الذّكاء الاصطناعيّ

الجُمهُوريَّة الجزَائريَّة الدِّيمُقرَاطِيَّة الشَّعبِيَّة
رئَــاسَةُ الجمهُـوريَّـة
المجلس الأعلى للغة العربية



جائزة اللغة العربية

مدخل لعلم المستحاثات التّطبيقيّ

الأستاذة
فاتن بشيري بن مرزوق

منشورات المجلس
2020

الأستاذة فاتن بشيري بن مرزوق

مدخل لعلم المستحاثات التّطبيقيّ

جائزة اللغة العربيّة 2022

المجالات الأربعة التالية:

- جائزة المجلس في علوم اللّسان.
- جائزة المجلس في برمجيات الدّعم باللغة العربيّة.
- جائزة المجلس في التّرجمة إلى العربيّة.
- جائزة المجلس في وسائل الإعلام والاتّصال والتّواصل الاجتماعيّ باللّغة العربيّة.

إنّ باب التّرشّح مفتوح إلى غاية 31 مارس 2022.

للاستفسار: الاتّصال بالرّوابط:

الهاتف: 09 07 23 021 / 99 88 23 021.

البريد الإلكتروني:
jaizamajeless2022@gmail.comm

. يوجّه ملفّ التّرشّح إلى العنوان الآتي:
السّيد رئيس المجلس الأعلى للغة العربيّة
شارع فرانكلين روزفلت، الجزائر.
أوص.ب : 575 شارع ديدوش مراد الجزائر العاصمة
(جائزة المجلس للغة العربيّة 2022).



المجلس الأعلى للغة العربية
52، شارع فرانكلين روزفلت
ص.ب 575 ، ديدوش مراد، الجزائر
الهـاتف : +213 21 23 07 16/17
الناسوخ : +213 21 23 07 07
الموقع الإلكتروني : www.hcla.dz





ISBN : 978-9931-681-44-1
9 789931 681441 >

الذّكاء الاصطناعيّ

جائزة اللغة العربية

الجُمْهُورِيَّة الجزَائرِيَّة الدِّيمُقْرَاطِيَّة الشَّعْبِيَّة

المجلس الأعلى للغة العربية

مدخل لعلم المستحاثات التّطبيقيّ



الأستاذة
فاتن بشيري بن مرزوق

منشورات المجلس
2020

كـتاب: مدخل لعلم المستحاثات التّطبيقيّ

- إعداد : المجلس الأعلى للّغة العربيّة
- قياس الصفحة: 23/15.5
- عدد الصفحات: 152

منشورات المجلس

الإيداع القانوني: السداسي الثّانيّ 2020
ردمك: 978-9931-681-44-1

المجلس الأعلى للّغة العربيّة
العنوان: 52، شارع فرانكلين روزفلت
ص.ب 525، ديدوش مراد، الجزائر.
الهاتف: 16/17 07 23 21 213+
النّاسوخ: 07 07 23 21 213+
الموقع الإلكتروني: www.hcla.dz




فهرس الكتاب

كلمة المجلس

هذا العمل **(مدخل لعلم المستحاثات التّطبيقي)** من منشورات المجلس الأعلى للغة العربيّة لعامّ **2020**، جاء في إطار جائزة المجلس للغة العربيّة 2018-2020، في طبعتها التّاسعة في المجال الثّانيّ **(العلوم والتّقانات)** والفائز بالجائزة الأوّلى من مجموع ثمانيّة **(08)** أعمال تقدّمت للتّباري في هذا المجال وقد درسته اللجنة العلميّة للجائزة، وزكّته لاستيفائه الشّروط المنصوّص عليها.

ونبارك للفائزة السّيدة **فاتن بن مرزوق بشيري**، كما نبشّر المهتمّين بأمر جائزة اللغة العربيّة، أنّها تستمرّ في قادم من السّنوات وعليّهم الاستعداد للتّنافس لجائزة اللغة العربيّة لسنة **2022**، في طبعتها العاشرة **(10)** وقد يرفع تقديرها الماديّ، وهذا مبتغانا لاستقطاب أكثر من الأعمال المتنافسة، وعن ذلك يكون الانتقاء أكثر نوعيّة.

إنّ سنّ الجوائز من أجل اللغة المشّتركة **(العربيّة الجامعة)** سنّه المجلس الأعلى للغة العربيّة، الّذي ظلّ يُشجع المتبارين لتقديم الأفضل **(فمن طلب الحسناء لا يُغْلِه المهُر)** وهكذا نكون أوفياء لِسَدنة العربيّة؛ ليكونوا عضيدين للخدمات العلميّة التيّ يقدّمها المجلس الأعلى للغة العربيّة للمواطنة اللغويّة، فأَنّعِمْ به من خدمات! مبارك لكلّ الفائزين، ومزيدًا من الدّفع بالعربيّة إلى تطوّيرها وجعلها لغة الأصالة والحداثة. وكلّ التّحايا والتّهاني نزّفُها لمن يهمّهم أمر العربيّة.

بُوركت خطوات العاملين الصّامتين لصالح لغتنا، فَأَنْعِمْ بها من لغة!.

رئيس المجلس الأعلى للغة العربيّة

البروفيسور صالح بلعيد.

تمهيد: يندرج هذا العمل ضمن مقرر علم المستحاثات المبرمج لطلبة السنة الثانية علوم طبيعية (المدارس العليا للأساتذة)، وكذا طلبة السنة الثانية جامعي (ليسانس جيولوجيا).

قمنا بإنجاز هذا العمل بعد تدريس مقرر علم المستحاثات أكثر من 20 سنة (منذ سنة 1999 الى يومنا هذا)، الامر الذي شجعنا في الإسهام بمرجع علمي باللغة العربية، الوحيد على المستوى الوطني (حسب معلوماتنا)، كما نطمح لترجمته للغة الفرنسية قريبا.

ينقسم هذا الكتاب إلى ثلاثة فصول:

1-مدخل لعلم المستحاثات اين نتطرق بالاختصار لتاريخ هذا العلم وظاهرة الاستحاثة وشروطها؛

2-دراسة تطبيقية تصنيفية لبعض الشُعب الحيوانية الهامة في علم المستحاثات

3-لمحة تاريخية عن السلم الزمني الستراتيغرافي وظهور وتطور الحياة عبر الزمن الجيولوجي.

ثم ننهي العمل بخاتمة، نقدم فيها الآفاق التي نتطلع اليها من خلال هذه المساهمة العلمية مع اقتراح بعض التعديلات في البرنامج الوزاري المعتمد في المدارس العليا لمقياس علم المستحاثات.

الفصل الأوّل
مدخل لعلم المستحاثات

1ـ مقدمة:

لمحة تاريخية: عُرِفت المستحاثات أول مرة في القرن السادس قبل الميلاد من طرف الفيلسوف والعالم اليوناني كزينوفان (Xénophane)، الذي تعرف على قواقع بحرية متحجرة ضمن صخور رسوبية في سيسليا بإيطاليا، ومنه حاول تفسيرها بوجود بحر قديم [1].

لقرون طويلة، لم يستطيع العلماء تفسير الشكل الغريب للحفريات، على سبيل المثال، في العصور الوسطى اُعتبرت قواقع الأمونتات (كائنات بحرية رخوية) قرون كبش الحيوان المقدس للآلهة المصرية آمون والذي اُشتقت منه التسمية لاحقا (الشكل 1).



الشكل 1: صورة لأحفور الأمونيت (عينة خاصة)

كان الباحث الالماني Georgius Agricola (1494– 1555م) اول من استعمل كلمة Fossilium التي تعني "مستحاثة" باللغة العربية، والتي تُترجم الى الفرنسية Fossile والى الإنجليزية Fossil . حيث اصدر كتاباً بعنوان « De Natura fossilium »في عام 1546م، اين تم فيه وصف ومحاولة تصنيف حفريات نباتية وبعض القواقع لحفريات حيوانية من عديمات الارجل [2].

يُعتبر الدكتور الالماني **Conrad Gesner** (1516–1565م) أول من قدم عددًا كبيرًا من الأجسام الأحفورية في كتابه (De rerum fossilium, lapidum et gemmarum maximé) الصادر سنة 1565م، اسابيع فقط بعد وفاته بالطاعون. في نفس الفترة، أي خلال القرن السادس عشر، تمت الاشارة للحفريات على انها بقايا لكائنات حية قديمة في بعض الكتابات لبرنار باليسي وليوناردو دافانشي (Bernard

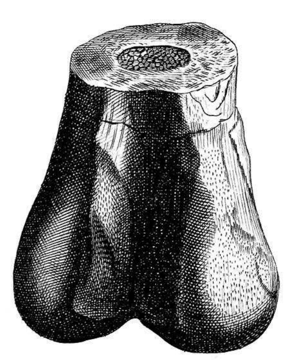
.Palissy, 1510–1589 – Léonard de Vinci, 1442–1519)

في القرن السابع عشر، تم الاجماع على ان الحفريات هي ذات اصـــل عضـــوي لكن لم يتم استغلالها في دراسات معمقة.[3].

في القرن الثامن عشر،عرفت دراسة الحفريات إزدهارا كبيرا وهذا بعد تألق عـــدد من الباحثين الشّباب الذين عبروا عن أفكارهم بجـــرأة بعـــد انتهـــاء عصـــر النهضـــة (1300–1600) وحلول العصر الحديث. حيث لاحظ الباحثون أن هنـــاك فرقـــاً بـــين الحفريات المستخرجة من الطبقات الرسوبية المتتالية (Buffon, 1707–1788) ، ومنـــه اُستعملت الحفريات في الترتيب الزمني للطبقات، كمـــا بـــرزت فـــروع جديـــدة لعلـــم المستحاثات وهي علم المستحاثات الوصفي والتصـــنيفي (G. Cuvier, 1769–1832) وعلم المستحاثات التطوري (J.B Lamarck, 1744–1829) وتلاهما علم المســـتحاثات الطبقـــي (Alcide d'Orbigny ; 1802–1857) (A. Oppel, 1831–1865) كمـــا اقترح البريطاني شارل ليل Charles Lyell) 1797– 1875) , علم الجغرافيا القديمـــة في سنة 1830م معتمدا على مبدأ: " نفس الأسباب تنتج نفس التأثيرات" مهمـــا كانـــت العصور الزمنية وأظهر شارل ليل إمكانية إعادة بنـــاء تـــاريخ الظـــروف الجغرافيـــة الماضية بناءً على دراسة الطبقات الجيولوجية والحفريات التي تحتوي عليها [4].

في مطلع القرن التاسع عشر، عرف علم المستحاثات منحى جديداً بعد اكتشاف اول بقايا الديناصورات ومعها برزت فكرة الانقراض لأول مرة في تاريخ البشرية.

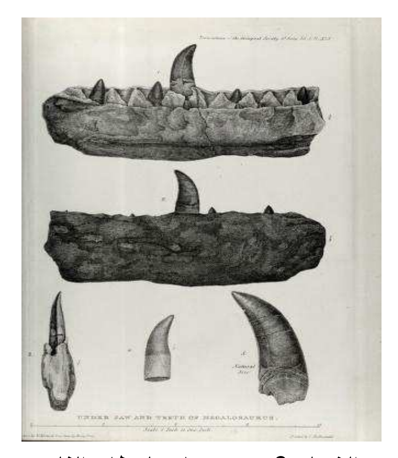
في عام 1677م، نشرت مجلة التاريخ الطبيعي لمقاطعـــة أوكســـفورد اول وثيقـــة علمية تُوضح رسماً لحفرية يمثل الجزء السفلي من عظم فخذ ضخم، تم العثـــور عليـــه في طبقات الحجر الكلسي في تاينتون (ستونزفيلد، أوكسفورد جنوب إنجلترا) (الشكل2) ، وقد نسبها المؤلفون إلى فيل حرب روماني. ثم إلى بشر عمالقة (نسبة للمذكورين فـــي الكتاب المقدس). الاسم العلمي المنشور كان Scrotum humanum، الـــذي صـــحّحه مائتيّ سنة من بعد الدكتور جون فليب في عام 1871م ونسبه الـــى زاحـــف عمـــلاق أسماه Mégalosaure.





الشكل 2: غلاف مجلة التاريخ الطبيعي لمقاطعة أوكسفورد (1677م) مع رسم لحفرية يمثل الجزء السفلي من عظم فخذ *Scrotum humanum* [5]

في عام 1815م، اكتشف الجيولوجي الانجليزي ويليام باكلند (1784– 1856) بقايا حفرية لعظام فك سفلى كبيرة الحجم حيث وصل طولها الى 28سم (الشكل 3)، بالقرب من اوكسفورد، نسبها لزاحف عملاق Megalosaurus، بعد بحوث دامت تسع سنوات كاملة، تشاور فيها مع العديد من الباحثين الفرنسيين والبريطانيين [6].



الشكل 3: رسومات لعظام الفك السفلى *Megalosaurus* [6]

نشر مواطنه عالم الحفريات الدكتور جديون مانتال (Gideon Mantell,1790– 1852) سنة *1827م* رسومات لبقايا متحجرة من أسنان وعظام، كان حجمها اكبر من تلك التي عَرفها ويليام باكلاند، نسبها لزاحف عملاق سُمي Iguanodon [7] . وفي سنة 1833م، نشر مانتال مقالا يصف فيه اكتشاف قطع من هيكل عظمي متحجرة

لأحفور آخر غير معروف حينها واسماه *Hylaeosaurus armatus* (الشكل 4) [8].



الشكل 4: رسم لعظام متحجرة لجنس: *Hylaeosaurus armatus* [8]

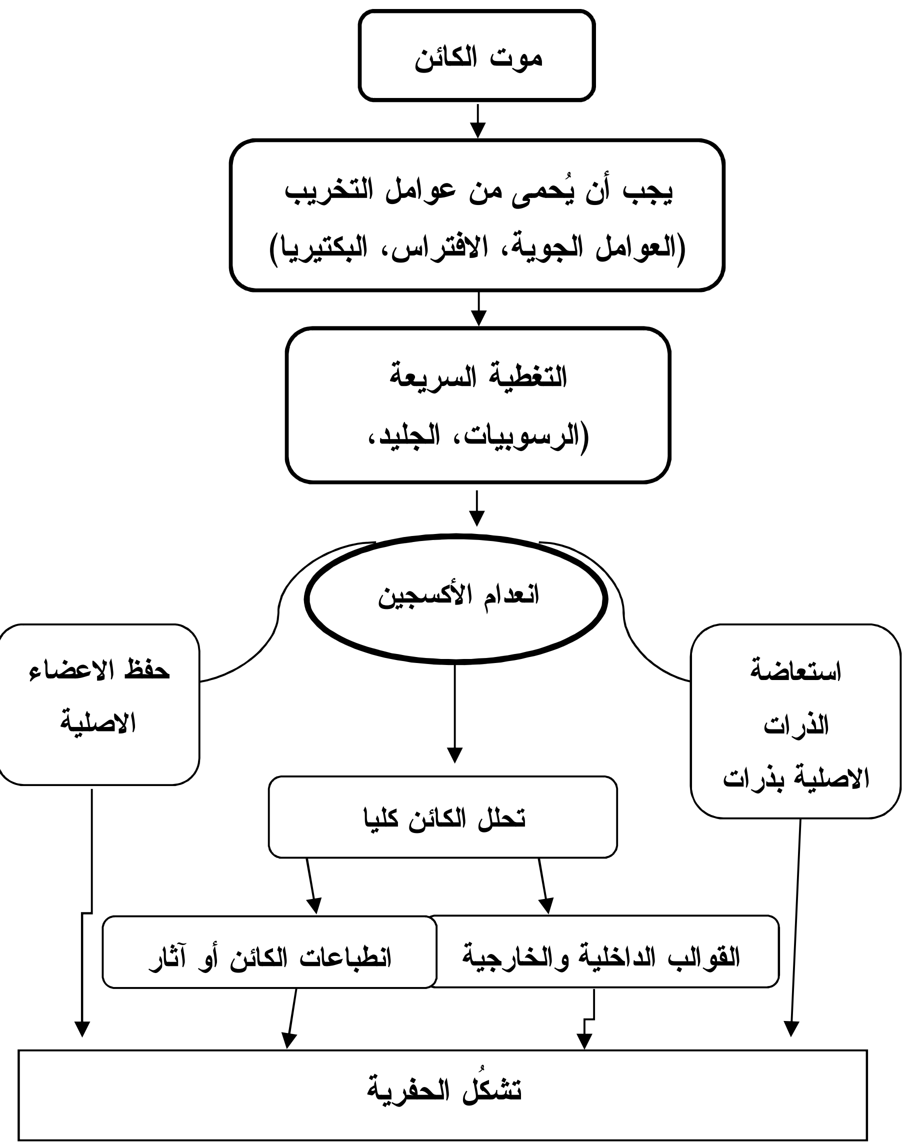
كان ريدشارد أوين (Richard Owen, 1804-1892) أول من صاغ كلمة ديناصور سنة 1842م [9] والتي تعني سحلية مخيفة (بالرغم من انه كان يُدرك انها ليست سحلية) وذلك استنادا للأجناس الثلاثة: Megalosaurus آكلة اللحوم و Iguanodon العاشبة و Hylaeosaurus المدرعة (الشكل 3 والشكل 4).

في مطلع القرن العشرين، برز علم المستحاثات كأحدّ الفروع الاسّاسية لعلوم الأرض والفلك حيث أسهمت الحفريات في تطور نظريات تاريخ تشكل الأرض والحياة، وأيضا في تطور التفكير البشري. فمثلا قدمت المستحاثات دلائل لنظرية زحزحة القارات التي سمحت لعلماء الأرض بشرح أغلب الظواهر الجيولوجية.

2. **أقسام علم المستحاثات:** بعد اكتشاف أعداد هائلة من بقايا الكائنات الحية المتحجرة داخل الصخور الرسوبية أساسا والصخور المتحولة ذات الأصل الرسوبي استثناءً، وكذا تطور الوسائل التقنية للبحث من مجاهر وآلات متطورة أخرى تألق علم المستحاثات في منتصف القرن الماضي ولغاية الآن وتفرع منه أقسامٌ كثيرة، منها علم المستحاثات المجهري وعلم المستحاثات التطوري–الوراثي وعلم المستحاثات الرقمي وغيرهم. كما تم وضع رزنامة لعمر الارض استنادا لظهور واختفاء وتطور الحفريات عبر الزمن من خلال دراسة تتابع الطبقات الرسوبية في احواض الترسيب القديمة، وهو ما يُعرف بالسلم الزمني النسبي (انظر الفصل الثالث).

3. **كيفية تشكل المستحاثات**: تتشكل الحفريات (المستحاثات) على مراحل ووفقا لشروط محددة، وتُسمى ظاهرة تحول الكائن الحي بعد موته الى حفرية

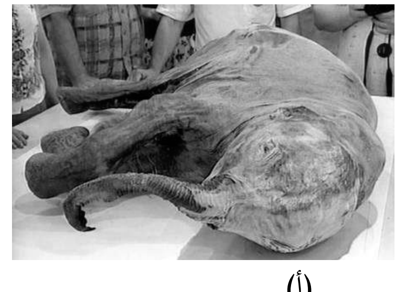
بالإستحاثة (La fossilisation)، نلخصها في المخطط التالي:



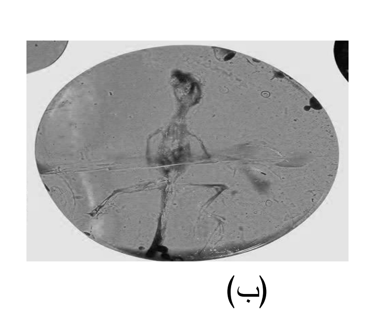
الشكل 5: مخطط يُلخص مراحل تشكل الحفريات وشروطها

4. أشكال حفظ المستحاثات: الاستحاثة هي جميع العمليات الطبيعية التي تؤدي إلى حفظ الكائنات الحية او آثارها في الرسوبيات، شروط وآليات ومدة الاستحاثة متنوعة جدا ويصعب تمييزها احيانا [10]:

1.4. حفظ الأعضاء الأصلية بدون تغيير او بتغيير بسيط: تخص هذه الحالة الاجزاء الصلبة مثل القواقع والعظام والأسنان والطحالب الكلسية. حيث يمكن ان تبقى محفوظة في الصخر على هيئتها الاصلية دون تغيير يُذكر او بتغيير بسيط. وفي حالات نادرة أخرى يمكن حفظ الأجزاء الرخوة مثل حيوان الماموث الذي عُثر عليه في جليديات سيبيريا (الشكل 6–أ). هناك أيضا حالة بعض الكائنات القارية صغيرة الحجم مثل الحشرات التي علِقت في صمغ الأشجار (الكهرمان) والتي وُجدت محفوظة حفظا كاملا بأدق تفاصيلها (مثل الشُعيرات الرقيقة فوق الجسم والأجنحة). وقد عثر مؤخرا فريق عمل أمريكي–ألماني على مجموعة نادرة من الزواحف محتجزة في الكهرمان ببورما (Birmanie) من بينها أجزاء من حرباء وثلاثة عينات من حيوان الأبراص (Caméléon et Geckos) (الشكل 6–ب) [11].



(أ)

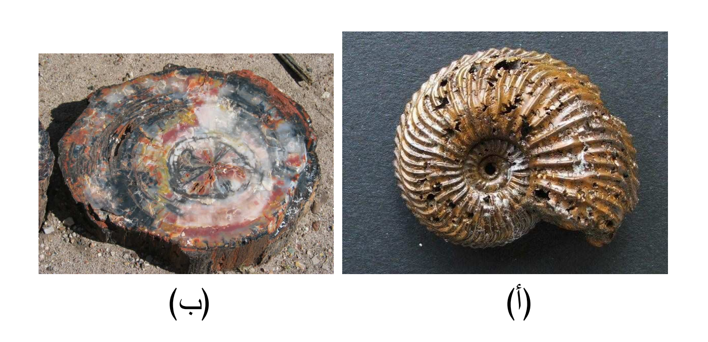


(ب)

الشكل 6: (أ) حفرية مُحنطة لأنثى ماموث فتية عمرها 6 أشهر (وُجدت في جليديات سيبيريا دُفنت منذ 10000 عام) [12]. (ب) قطعة من كهرمان البورما به سحلية يعود عمرها للكريتاسي الاوسط [11].

2.4. تبدل الأعضاء الأصلية للكائن: هذه الحالة أكثر انتشارا من الأولى اين يحدث استبدال للذرات الأصلية بذرات معدنية أكثر صلابة متواجدة في الرسوبيات التي تضم الكائن الحي. تُسمى هذه الظاهرة بالاستعاضة وهي تحدث على مستوى الشبكة البلورية مما يسمح بالحفاظ على البنية الأصلية بشكل دقيق جدا. من أبرز الأمثلة هي تعويض مادة السيليلوز المكونة لجذوع الاشجار بمعدن السيليس (SiO_2) (الشكل 7–أ)، أو استبدال ذرات كربونات الكالسيوم($CaCo_3$) الأصلية في قواقع بعض الأمونتات بذرات ثنائي كبريت الحديد (Fe_2S) وهو معدن البيريت (الشكل 7–ب). تُستبدل المادة الاصلية في الهياكل الكيتينية الرفيعة بفوسفات الكالسيوم (مثل القشريات).

ملاحظة: تحدث ظاهرة التفحم (La carbonisation) لأغلب النباتات وهي تتجلى في استبدال المادة العضوية الاصلية بذرات الكربون الناتجة من ارتفاع درجات الحرارة والضغط اثناء دفن الرسوبيات في اعماق الأرض. يُعطي تراكم كميات هائلة من النباتات رواسب الفحم الحجري وهي تُشكل مع البترول الناتج من تكدس البلاكنتون (عُضيات مجهرية) (Planctons) ما يُسمى بالطاقات المستحاثة.



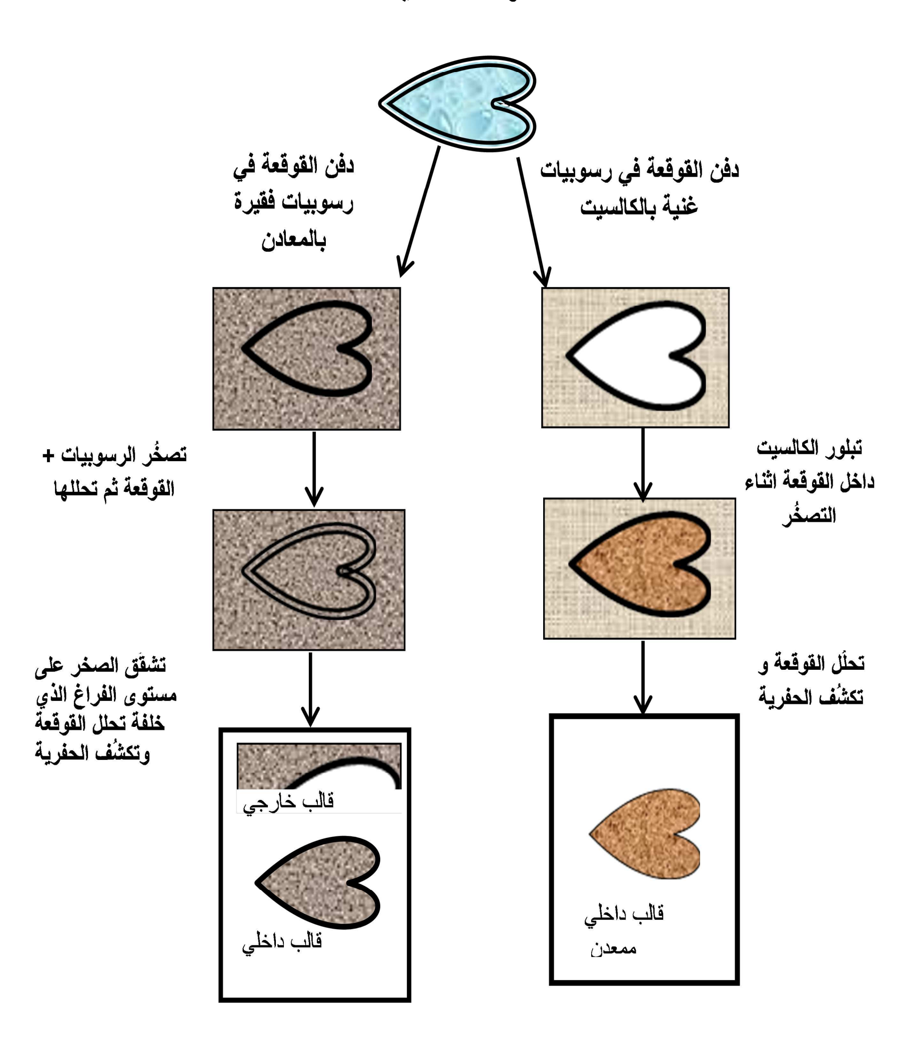
(ب) (أ)

الشكل 7: (أ) جذع شجرة متحجرة (الكريتاسي) متواجدة بالحظيرة الوطنية للغابات المتحجرة في أريزونا (الولايات المتحدة الامريكية) [13]. (ب) أمونيت ممعدنة بالبريريت [14]

3.4 . **القوالب الداخلية والقوالب الخارجية**: هذه الحالة هي الأكثر انتشارا من أشكال الحفريات، وتشيع بكثرة لدى أحافير الحيوانات اللافقارية ذات القواقع. بعد تشكُل الحفرية داخل الصخر الرسوبي، قد تتحلل تدريجيا بواسطة حركة تداول السوائل (Circulation des fluides) داخل الصخور. يتشقق الصخر على مستوى الفراغ الناتج من تحلل المستحاثة، ومنه يُمكن ملاحظة العينة على شكل قالب، إما داخلي أو خارجي (الشكل8):

1. القالب الداخلي يتوافق مع الوجه الداخلي للقوقعة، التي تلامس جسم الحيوان. فهي محدبة، عموما ملساء، ويصعب تحديد اسم الجنس في هذا النمط من القالب، يمكن ان يكون ممعدنا في حال توفر معدن معين بكميات كافية في الرسوبيات (غالبا الكالسيت والاراغونيت).

2. القالب الخارجي يتوافق مع الوجه الخارجي للقوقعة، قد يكون مقعرا أو مُحدبا ويحمل آثار زخارفة القوقعة في حال وجودها. القوالب الخارجية ذات قيمة علميّة تسهم في تحديد الأجناس والأنواع.


القوقعة الاصلية
دفن القوقعة في رسوبيات فقيرة بالمعادن
دفن القوقعة في رسوبيات غنية بالكالسيت
تصخُر الرسوبيات + القوقعة ثم تحللها
تبلور الكالسيت داخل القوقعة اثناء التصخُر
تشقَق الصخر على مستوى الفراغ الذي خلفة تحلل القوقعة وتكشُف الحفرية
تحلَل القوقعة و تكشُف الحفرية
قالب خارجي
قالب داخلي
قالب داخلي ممعدن

4.4. آثار نشاط الكائنات الحية: تتميز الكائنات الحية بنشاطها المتواصل أثناء حياتها (حركة، تغذية، تكاثر، مسكن ...إلخ) وقد تركت لنا بعض الشواهد في الصخور الرسوبية القديمة. بالرغم من ان هذه الحالة من الحفريات نادرة جدا، ولكنها متوفرة بصورة جعلتها ذات مكانة علمية سُميت بعلم الأثر القديم (Paléoichnologie). فمثلا، تم العثور على آثار مشي ديناصورات فوق صخور طينية متحجرة (الشكل 9 أ)، كما تم إيجاد بيضها (الشكل 9 ب) وفضلاتها أيضا (Coprolithes) [4]. إن دراسة هذه الآثار المتحجرة تُعطي معلومات ثمينة حول شكل وحجم هذه الزواحف ونمط غذائها وكيفية تكاثرها. تجدر الإشارة أن الباحثين وجدوا بعض مساكن الديدان التي كانت تحفرها في الأخشاب أو في الصخور وحتى آثار زحف بعض الثعابين وكذا فضلات الأسماك.



(ب) (أ)

الشكل 9: (أ) إكتشاف آثار قدم ديناصور Abelisaurus في الصخور الطينية (بوليفيا سنة 2016) [15]. (ب) بيضة ديناصور (Megaloolithus mamillare). من فرنسا (Aix-en-Provence) [16].

5.الخلاصة: من خلال ما تقدم، يظهر علم المستحاثات كأنه امتداد لعلم الاحياء في الماضي، لكن بالتمعن فيه والخوض في تفاصيله، يُدرك الطالب ان تشكُل المتحجرات في الصخور الرسوبية وحفظها لملايين السنين داخل اعماق الارض ثم تكشُفها على السطح والعثور عليها من طرف الباحثين سواء بالصدفة أم بالبحث

المقصود، عبارة عن رسالة مُشفرة تحمل معها ألغازا متعددة.

من بين التساؤلات الكثيرة التي يطرحها الطالب المبتدأ والباحث المخضرم هي:

1. كيف تتّشكل الحفريات؟
2. لماذا تتنوع اشكال الحفريات؟ من المستحاثات المحنطـــة الـــى مجـــرد نشـــاط الكائنات مرورا بالقوالب؟
3. ماهي الشروط الكيمائية والفيزيائية التي تتحكم في تنوع اشكال الحفريات؟
4. لماذا ترتيب الحفريات في طبقات الصخور الرسوبية المتتاليـــة يخضـــع لنظـــام معين؟
5. لماذا توجد الحفريات في نوع محدد من الصخور؟
6. لماذا توجد حفريات لكائنات غير معروفة حاليا؟
7. لماذا تتنوع البيئات والاوساط الحيوية عبر الزمن؟
8. ماهي علاقة الجيولوجيا بتطور الكائنات عبر الزمن؟
9. هل تؤثر الكائنات الحية في الارض والفضاء؟

للإجابة عن هذه الاسئلة الجوهرية واخرى، اقترح على طلبتي الآية الكريمة، بعـــد بسم الله الرحمـــان الـــرحيم: ﴿ قُلْ سِيرُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ فَٱنظُرُوا۟ كَيْفَ بَدَأَ ٱلْخَلْقَ ۚ ثُمَّ ٱللَّهُ يُنشِئُ ٱلنَّشْأَةَ ٱلْـَٔاخِرَةَ ۚ إِنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴾

صدق الله العظيم سورة العنكبوت. الآية 20.

6.المراجع

1. **Maria Michela Sassi (2013)** : La logique de l’eoikos et ses transformations
: Xénophane, Parménide, Platon. *Philosophie antique,* DOI: 10.4000/philosant.898
2. **Agricola, G. (1546)**. *De Natura fossilium lib. X*. Froben, Basiliæ.
3. **J. Gaudant & G. Bouillet (2005)** : La paléontologie de la Renaissance. Travaux du Comité français d’Histoire de la Géologie, Comité français d’Histoire de la Géologie, 3ème série (tome 19), pp.35-50. hal-00872119
4. **H. Chaumeton & D. Magnan (1999) :** Les Fossiles, Edition Artémis
5. **Robert Plot (1677):** Natural History of Oxford-shire. p131-142, http://biodiversitylibrary.org/page/48062596
6. **Buckland. William (1824):.**Notice on the Megalosaurus or great Fossil Lizard of Stonesfield - Transactions of the Geological Society of London. 2 1 (2): 390–396. -
7. **Mantell. Gideon (1827):** Illustrations of the geology of Sussex: a general view of the geological relations of the southeastern part of England, with figures and descriptions of the fossils of Tilgate Forest. - London: Fellow of the Royal College of Surgeons. p. 92..
8. **Mantell. Gideon (1833):** Hylaeosaurus. The geology of the south-east of England.
9. **Owen Richard (1842):** Report on British fossil reptiles, part II - Report of the British Association for the Advancement of Science 11: 32–37.
10. **A. Foucault, J-F. Raoult, F. Cecca, B. Platevoet (2014) :** Dictionnaire de Géologie, Edition Dunod, 416p
11. **J. D. Daza, E. L. Stanley, P. Wagner, A. M. Bauer, D. A. Grimaldi (2016):** Mid-Cretaceous amber fossils illuminate the past diversity of

tropical lizards. Sci Adv. Vol. 2, no.3, e1501080. DOI: 10.1126/sciadv.1501080

12. https://www.futura-sciences.com
13. https://www.arizona-dream.com/usa/arizona/petrified-forest/petrified-forest.php
14. https://www.geoforum.fr/topic/3442-ammonites-pyriteuses
15. https://www.planet-techno-science.com
16. https://www.oocities.org/phkerourio

الفصل الثّاني

دراسة تطبيقية لبعض الشُعب الحيوانية اللافقاريّة الهامّة في علم المستحاثات

1. **مقدمة**: إن دراسة المستحاثات التي نعتمدها في المستويات الاولى من التدرج الجامعي تتطرق لأولى فروع علم المستحاثات الاساسية وهي علم المستحاثات الوصفي وعلم المستحاثات التصنيفي ومبادئ إنشاء السلم الزمني النسبي والذي يُعرف اليوم بالسلم الزمني الستراتيغرافي (انظر التفاصيل في الفصل الثالث).

نتطرق في هذا الفصل الى اهم المجموعات الحيوانيـــة اللافقاريـــة التـــي تخضـــع للمعايير التالية:

1. ذات أهمية مستحاثية كبيرة،
2. تتدرج من الكائنات ذات البنية البسيطة نحو الكائنات ذات البنية المعقدة،
3. مجموعات تضم حفريات كبيرة (تُرى بالعين المجرة) وحفريات مجهرية،
4. توفُر الحفريات في المخبر بأعداد كافية،
5. تتوافق المجموعات المستحاثية المختارة مع الشُّعب المدروسة في مقـــرر علـــم الحيوان بهدف المقارنة بين طُرق التصنيف والتعرُف على الأجناس المنقرضة،

قمنا باختيار ستّ (06) مجموعات حيوانية للدراسة، منها خمس (05) كبيرة (تُـــرى بالعين المجردة) والسادسة شعبة من وحيدات الخلية المجهرية وهي شعبة المنخربات.

قبل التفصيل في الدراسة التطبيقية للمجموعات الحفريـــة، قمنـــا بشـــرح طريقـــة الحصول على الحفريات الطبيعية من الموقع الى المخبر، ثم اضفنا فقرة تشـــرح كيفيـــة صنُع الحفريات في المخبر بهدف شرح عملية الاستحاثة وكذا امكانية تعـــويض نقُـــص بعض العينات النادرة في المخبر للدراسة.

الحصّة الأوّلى: الأعمال التطبيقية في علم المستحثات.

Travaux pratiques de Paléontologie

2. كيّفية دراسة المستحثات من خلال حصّص الأعمال التطبيقية.

من أهداف الأعمال التطبيقية TPو التوجيهية TD المعتمدة في برنامج السنة الثانية علوم طبيعية (المدارس العليا للأساتذة) وطلبة السنة الثانية ليسانس تخصص جيولوجيا (الجامعات)، تحديد وتعيين مختلف أجناس حفريات اللافقاريات البحرية، وهذا من خلال:

1. النمط التشريحي الذي ينتمي إليه الأحفور.
2. وضع الأحفور في تصنيف الكائنات الحيّة.
3. ملاحظة ورسم أحفور (العينة) مع البيانات.
4. معرفة الفائدة من دراسة المستحاثات (علم البيئة القديمة، التوزع الستراتيغرافي للكائنات،...إلخ) [1].

1.2. كيفية تحرير تقرير الحصة Présentation d'un rapport de TP

يقدم الأستاذ عرضا مختصراً للمجموعة المدروسة، ثم يقوم الطلبة (أفراداً أو ثنائياً monôme ou binôme) بملاحظة ورسم الحفريات المقترحة على النّحو التالي:

1/- يلاحظ الطالب العينة (الحفرية) المدروسة جيدا حتى يتمكن من التعرف عليها بعد مقارنتها مع الأشكال المقترحة في المطبوعة،

2/- بعد التعرف على العينة يقوم الطالب برسمها مع وضع البيانات (رسم واحد أو أكثر حسب طبيعة العينة).

3/- يضع الطالب بطاقة تعريف للعينة والتي تتمثل في التصنيف (La classification).

4/- يقوم الطالب أو الطالبين (الثنائي) بتحضير التقرير كما هو موضح في الوثيقة الموالية:

اسم ولقب الطالب التاريخ 27 فيفري 2020 رقم الفوج

رقم وعنوان الحصة

تصنيف العينة المدروسة

المملكة Règne

الشعبة Embranchement

الطائفة (صف) Classe

الرتبة Ordre

الفصيلة Famille

الجنس Genre

التوزع الستراتيغرافي Répartition stratigraphique

البيئة Ecologie

يمكن استعمال النصف الثاني من الورقة

لرسم عينة أخرى

الرسم بقلم الرصاص

+ البيانات

مثال جنس Stombus



عنوان الرسم: منظر



عنوان الرسم: مقطع طولي في جنس من معديات الأرجل

الوثيقة رقم 1: كيفية تحير تقرير الاعمال التطبيقية في علم المستحاثات

2. برنامج الحصص التطبيقية (Programme des séances)

الحصة الأولى: مدخل لعلم المستحثات وصنع الحفريات في المخبر

الحصة الثانية: شعبة معويات الجوف اللاسعات (Embranchement des cnidaires)

الحصة الثالثة: شعبة عضديات الأرجل (Embranchement des brachiopodes)

الحصة الرابعة: طائفة صفيحيات الغلاصم (Classe des lamellibranches)

الحصة الخامسة: طائفة رأسيات الأرجل (Classe des céphalopodes)

الحصة السادسة. طائفة ثلاثيات الفصوص (Classe des trilobites)

الحصة السابعة: شعبة المنخربات (حفريات مجهرية (Embranchement des foraminifères) (microfossiles)

الوسائل والأجهزة المستعملة خلال الأعمال التطبيقية تشمل مايلي:

- ✓ مجموعة من الحفريات تنتمي لمختلف الشعب.
- ✓ جهاز العرض (Data show)
- ✓ مكبر ضوئي مزدوج العدسات (Loupe ,binoculaire)
- ✓ مكبر يدوي

3.2. ملاحظات هامة: قبل البداية في تفصيل حصص الأعمال التطبيقية يجب ادراج بعض الملاحظات الخاصة بكيفية استعمال المفردات الخاصة في البيانات وكذا تعريف أنماط البيئة.

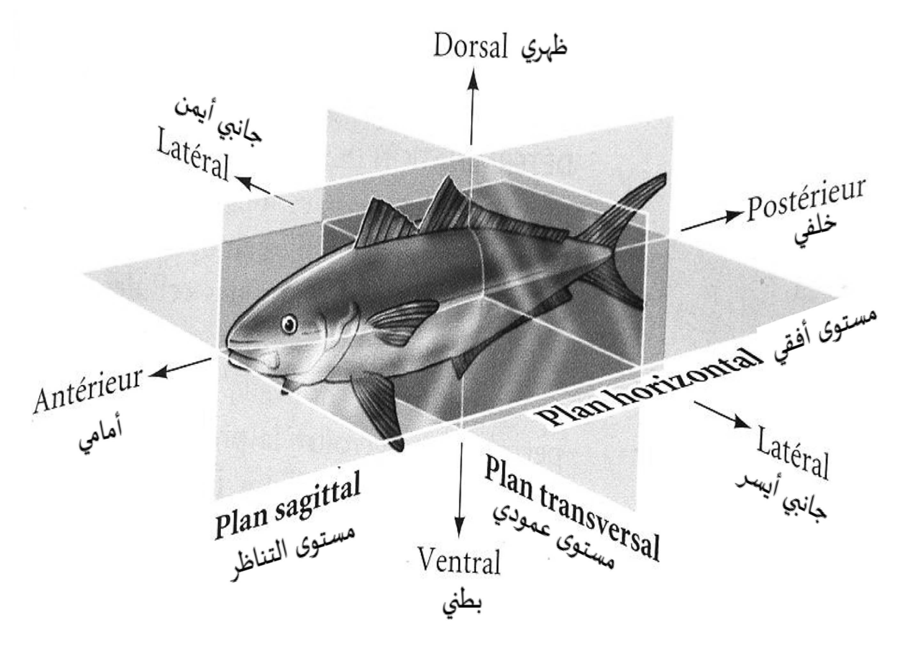
1.2.3. البيانات والتوجيه: يطلب من الدارس استخدام المفردات الأساسية التالية لوصف وتوجيه العينة المدروسة:

اسم	صفة
✓ أمام	أمامي

- ✓ خلف خلفي
- ✓ الجانب (يمين /يسار) الجانب الأيمن /الأيسر
- ✓ الظهر ظهري
- ✓ البطن بطني
- ✓ خارج خارجي
- ✓ داخل داخلي

نستخدم نفس المفردات لوصف منظر الرسم مثلا منظر ظهري، منظر جانبي أو منظر خلفي.

تتميز أغلب الحيوانات بصفة التماثل الثنائي الذي يدعى أيضا بمستوى التناظر وهو يقسم الجسم إلى قسمين متطابقين: اليسار واليمين (الشكل 1)



الشكل 1: التناظر والتوجيه عند الحيوانات [1]

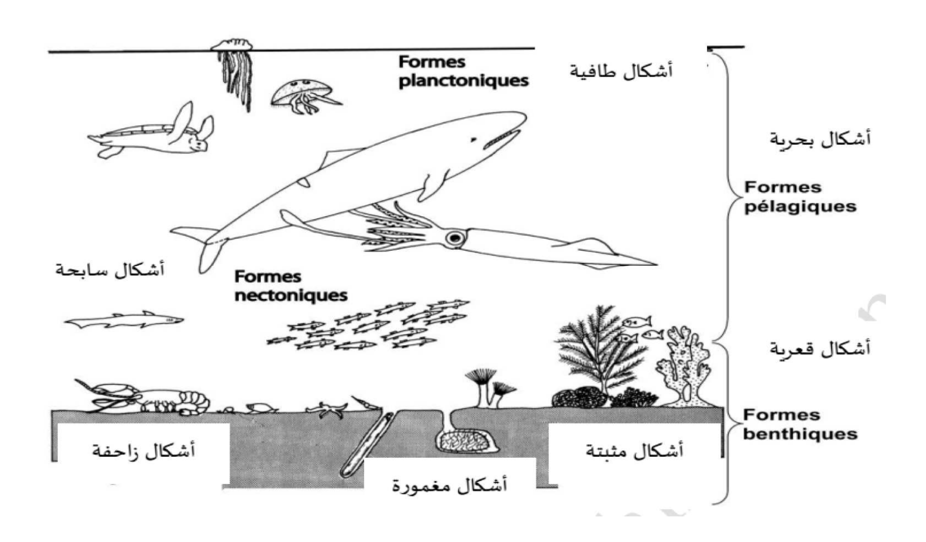
3.2.2. **نمط العيّش:** تتّكون أغلب الحفريات المدروسة من حيوانات مائية، وعليه نستخدم لوصف نمط حياتهم المفردات التالية:

الكائنات التي تعيش في المياه (Aquatiques) نوعان :

1- كائنات المياه العذبة (Eau douce) تعيش في البحيرات والأنهار

2- كائنات المياه المالحة (Eau salée) تعيش في البحار والمحيطات وتسمى بحرية (Marines). نميز فيها نمطين حسب عمق البحر:

- ✓ الكائنات اليمية أوالقعرية (Benthiques) : تعيش على القاع مثبتة أو زاحفة أو مغمورة جزئيا أو كليا.
- ✓ الكائنات اللجية (Pélagiques) : تعيش قريبة من السطح و هي نوعان :
  - العوالق (Planctoniques –الطافية) : تتحرك بواسطة التيارات
  - السابحة (Nectoniques): قادرة على السباحة بنشاط (الشكل 2).



الشكل 2. توضيح لمختلف أنماط الحياة البحرية (D'après Babin 1991, (modifié [1]

2. صنع حفريات في المخبر Fabrication de fossile au laboratoire :

يعتبر صنع الحفريات في المخبر وسيلة فعالة لاستعاب طريقة تكون الحفريات في الطبيعة ولذلك نقترح على الطلبة طريقتين لكيفية صنع الحفريات بوسائل بسيطة وفي متناول الجميع.

1.2. الطريقة الأولى: الانطباعات: نحتاج إلى بقايا كائنات من الطبيعة (صدفة ورقة نبات، جزء من العظام، ......الخ) + علبة من مادة الفازلين Vaseline) + الجص (plâtre) + كمية من الماء + وعاء من البلاستيك (الشكل رقم 3).

- ✓ من الأفضل حماية سطح العمل بأوراق الجريدة ؛
- ✓ اخلط الجص والماء في وعاء (عادة ما يستلزم كمية الماء ضعف كمية الجص ولكن يمكنك ضبط النسب). تخلط جيدا وتترك جانبا؛
- ✓ ادهن العينة جيدا بالفازلين (صدفة أو ورقة نبات مثلا) ثم ضعها في خليط الجص والماء قبل أن يتماسك، ضعه جانبا حتى يجف؛
- ✓ يمكن إزالة العينة بعد التأكد من الجفاف التام للجص؛

تترك العينة بصمة في الوعاء وكأن آلاف السنين مرت على غمرها في الرسوبيات وتركت أثرها قبل أن تتحلل وتندثر نهائيا (الشكل رقم 3).



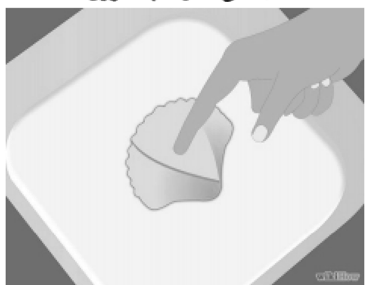
1/- المواد الازمة



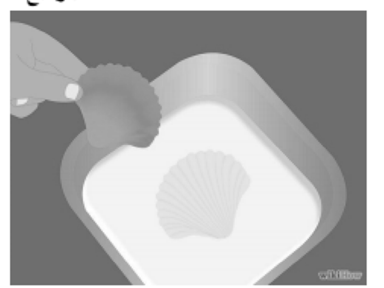
2/-دهن العينة بالفازلين



3/-خلط الماء و الجص



4/-وضع العينة داخل الوعاء



نزع العينة من الجص الجاف

Les étapes de réalisation d'une empreinte fossile au laboratoire

الشكل 3 : مراحل صنع حفرية في المخبر (بصمة قوقعة)

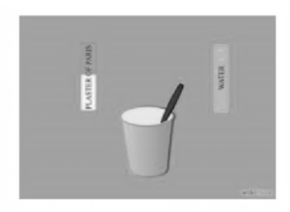
2.2.**الطريقة الثانية: القوالب:** المواد اللازمة هي المذكورة أعلاه بالإضافة إلى الطين ومزيد من العلب الورقية الشكل رقم 4.

- ✓ اخلط الجص والماء في وعاء؛
- ✓ أدلك الطين جيدا حتى يصبح لينا؛

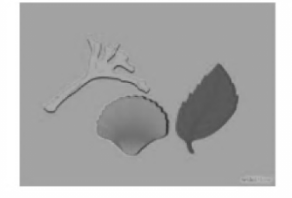
- ✓ ادهن العينة جيدا بالفازلين ثم أغمرها في الطّين؛
- ✓ انزعها من الطين وصب مكانها الجص؛
- ✓ دع الخليط يجف ثم انزع طبقة الطين بلطف؛
- ✓ تجد حفرية ثلاثية الأبعاد.



1/- المواد الازمة



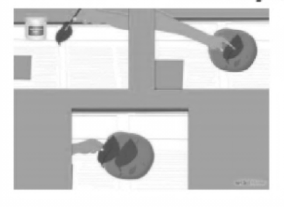
2/-مقدار من الماء ونصفه من الجص



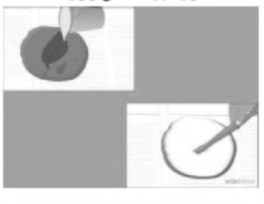
3/-اختر العينات



4/-ادلك الطين جيدا حتى يلين

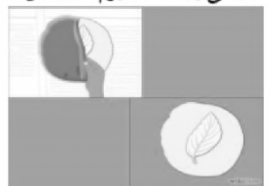


5/-ادهن العينة بالفازلين ثم ضعها في الطين و اضغط اللذي تتركه



6/-بعد نزعها، نصب الجص في الفراغ

نترك المجموع يجف لمدة يوم كامل على الأقل



7/- نزع طبقة الطين بلطف نجد قالب ثلاثي الابعاد

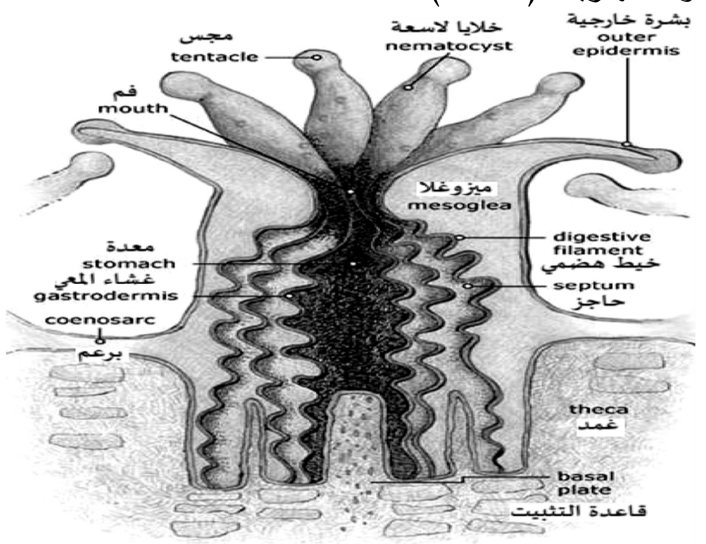
الشكل 4: مراحل صنع حفرية (قالب ثلاثي الابعاد) في المخبر

الحصّة الثانية: شعبة اللاسعات (معويات الجوف)

(Les cœlentérés) Embranchement des Cnidaires

1. **تعريف:** معويات الجوف حيوانات لافقارية مائية يعيش معظمها في البحار ماعدا أنواع قليلة منها تعيش في المياه العذبة، هي ذات أشكال مختلفة تمتاز ببنية بسيطة شعاعية التماثل بمعنى أنها إذا قطعت طولياً في أي اتجاه يمر بالمركز فإن الجسم ينقسم إلى نصفين متماثلين

يتكون الحيوان من جدار ذي طبقتين تحيطان بتجويف هضمي ينفتح نحو الخارج بفتحة وحيدة محاطة بمجسات على شكل تاج. تعيش أغلب الأفراد مثبتة على شكل بوليبات مجتمعة في مستعمرات وتفرز هيكلا كلسياً مشكلة الأرصفة المرجانية، يعيش البعض الآخر حرّا على هيئة مدوسة (منفردة). هناك أفراد تشمل نمطي العيش وهي تناوب الجيلين (المثبت والحر). ظهرت معويات الجوف منذ الكمبري واستمرت حتى عصرنا الحالي، حيث حاليا يمثل جنس هيدرا النموذج المنفرد وهو ينتسب إلى مجموعة الهدريات (الشكل 5).



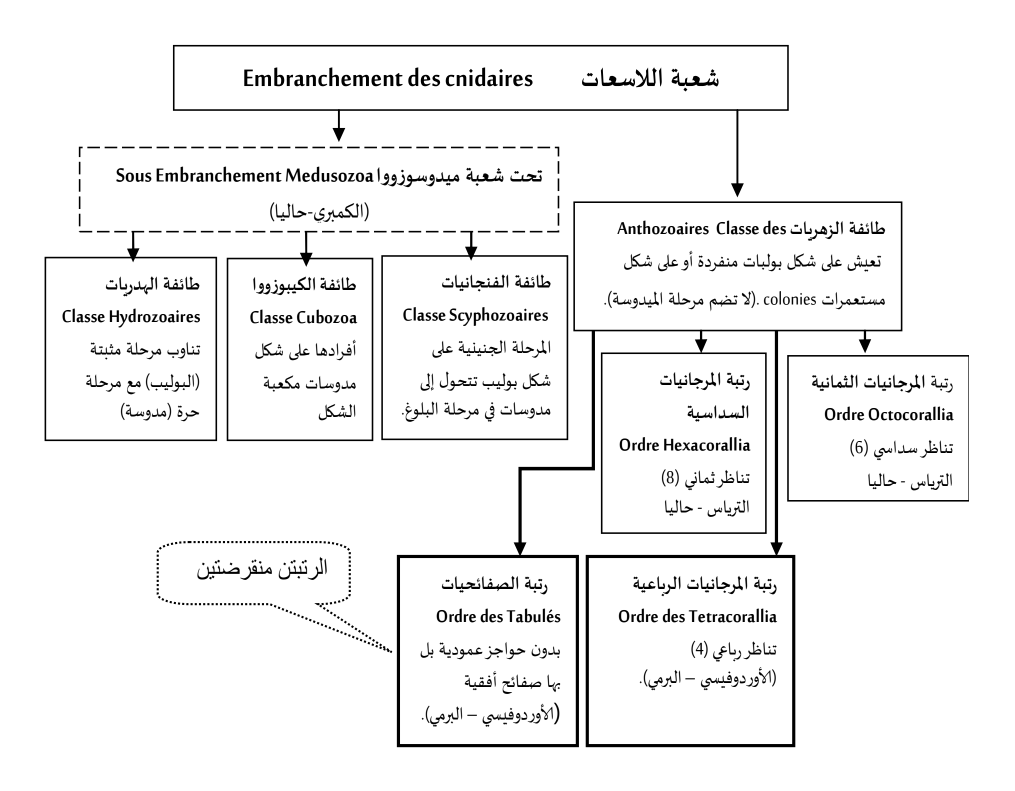
الشّكل 5 : مقطع طولي في الجنس هيدرا النموذج المنفرد الحالي لطائفة الهدريات [2]

2. **تصنيف معويات الجوف:** كانت تقسم شعبة معويات الجوف إلى فوق طائفتين: المشطيات واللاسعات لكن حاليا أغلب الباحثين يصنفون هذه المجموعات إلى:

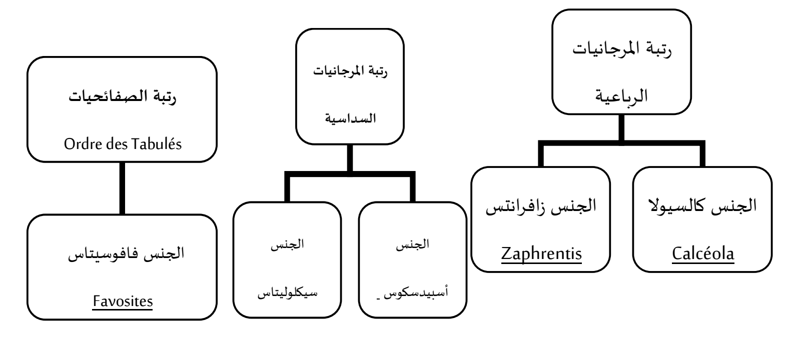
شعبة المشطيات (Les cténaires): ليس لديها خلايا لاسعة في أنسجتها وغير معروفة على شكل مستحاثات

– شعبة معويات الجوف = شعبة اللاسعات (Les cnidaires): لديها خلايا لاسعة ومعروفة على شكل مستحاثات.

يلخص المخطط الموالي (الشكل 6) أهم درجات التصنيف لشعبة اللاسعات الحالية والمستحاثة [3]



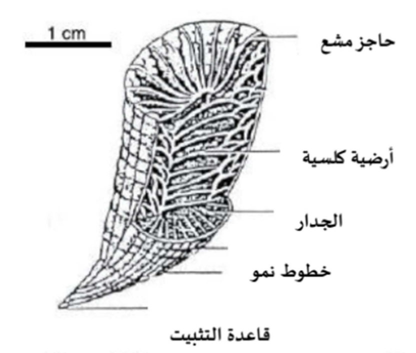
سنتطرق لأبرز الأشكال المستحاثة والممثلة بخمسة أجناس منقرضة موزعة حسب مخطط الشكل 7.



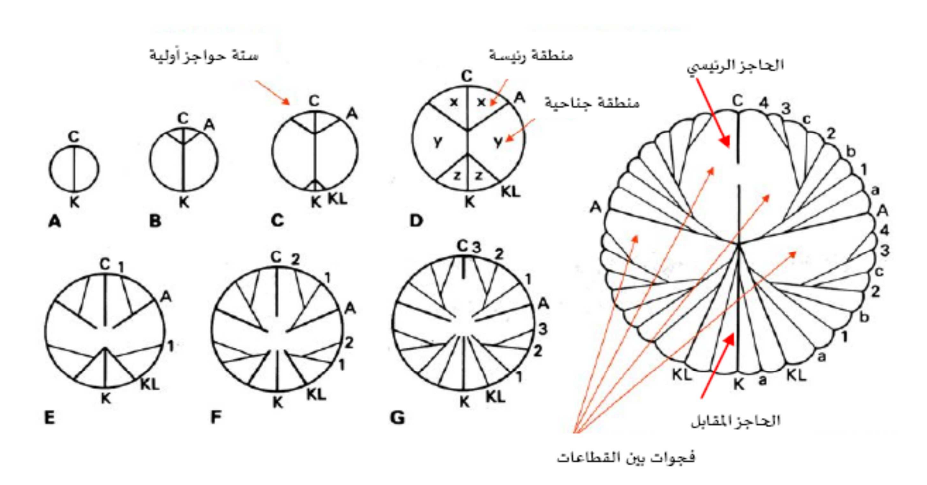
الشكل 7: مخطط لأهم الاجناس المدروسة مع رتبتها التصنيفية

3. **رتبة المرجانيات الرباعية (Ordre des Tetracorallia)** : هي حيوانات منقرضة ميزت الحقب الباليوزوي (Ordovicien –Permien) الأفراد) ذات هياكل كلسية تعيش منفردة أو مجتمعة على شكل مستعمرات، تتميز المرجانيات الرباعية بتنوع أشكالها وحجمها المتوسط (بعض السنتمترات) وكذا ترتيب خاص لحواجزها الشعاعية حيث تعطي تناظرا شعاعيا أو جانبيا (مضاعفات الأربعة) (الشكل 8-أ و8-ب).

ملاحظة: يسمى **البوليب** (الكائن الحي) ويسمى الهيكل الكلسي **الكوراليت**



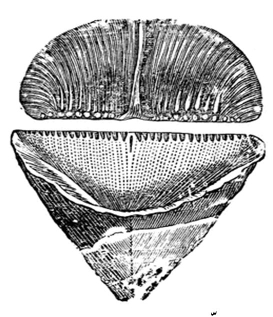
الشكل 8: (أ)-بنية مرجان رباعي به مقعطين جزئيين (طولي وعرضي)



الشكل 8: (ب)-مقطع عرضي يوضح ترتيب الحواجز الرئيسية والثانوية عند المرجانيات الرباعية

1.3. الجنس كالسيولا (Calcéola) من فصيلة (Goniophyllidae)

مرجان منفرد ذو هيكل خشن، له جانب محدب وجانب مسطح يشبه شكله مقدمة البابوش (حذاء مغربي)، مزود بغطاء نصف دائري ذي وجه داخلي مزخرف بخطوط متوازية أو قليلة التباعد اعتبارا من المركز. تقع منطقة الحاجز الرئيسي في الجهة المحدبة من الهيكل، بينما تقع منطقة الحاجز المقابل في الجهة المسطحة من الهيكل (الشكل 9).



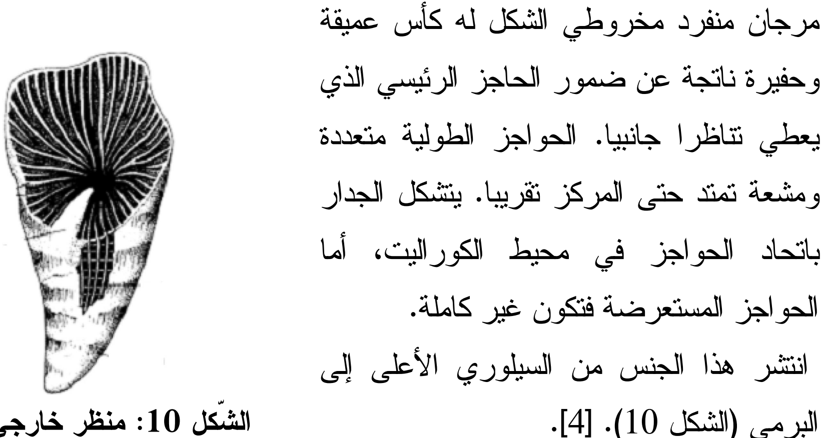
الشّكل 9 منظر امامي لجنس Calcéola مع الغطاء

يتميز بكأس عميقة ويلاحظ على طول الجانب المنبسط حواجز مشعة بدائية تتوزع بصفة متناظرة على جانبي حفيرة مركزية، لا وجود للحواجز المستعرضة بينما تظهر خطوط النمو بصورة جيدة في الجهة الخلفية المسطحة. انتشر في الديفوني الأوسط [4].

2.3. الجنس زافرانتس (Zaphrentis) من فصيلة (Zaphrentidae)

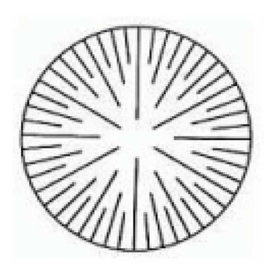
مرجان منفرد مخروطي الشكل له كأس عميقة وحفيرة ناتجة عن ضمور الحاجز الرئيسي الذي يعطي تناظرا جانبيا. الحواجز الطولية متعددة ومشعة تمتد حتى المركز تقريبا. يتشكل الجدار باتحاد الحواجز في محيط الكوراليت، أما الحواجز المستعرضة فتكون غير كاملة.

انتشر هذا الجنس من السيلوري الأعلى إلى البرمي (الشكل 10). [4].



الشّكل 10: منظر خارجي لجنس Zaphrentis

4. رتبة المرجانيات السداسية (Ordre Hexacorallia) : ظهرت منذ الترياس ومازالت لحد الآن تعيش في البحار ذات المياه الدافئة (المناطق المدارية). تعيش أفرادها منفردة أو على شكل مستعمرات. تمتاز بهيكل خارجي كلسي مؤلف من حواجز شعاعية تتشكل بين الحواجز الغشائية. تتشكل في البدء 6 حواجز تسمى بالحواجز الأولية ثم تظهر بينها حواجز ثانوية ثم ثلاثيّة وهكذا حسب التّسلسل 6–12–24 الخ...(الشكل 11).



الشكل 11: مقطع عرضي يوضح ترتيب الحواجز الرئيسية والثانوية عند المرجانيات السداسية

1.4. الجنس أسبيدسكوس (Aspidiscus) من فصيلة (Cyclolitidae): مرجان يعيش على شكل مستعمرة له شكل قبة، قاعدة الهيكل مسطحة وقرصية الشكل تتألف من غشاء ثخين على شكل ثنايا متراكزة، تمثل مراحل نمو المستعمرة. تتوضع الكوؤس الملتحمة أحيانا على شكل أعراف بارزة مشعة ومتقاطعة أو على شكل حلمات مميزة. كل فرد من المستعمرة كان يحتل كأسا، التي تتوضع بشكل سداسي مشع من العرف الرئيسي العلوي. عاش هذا الجنس حرّاً في بحار عميقة نوعا ما.



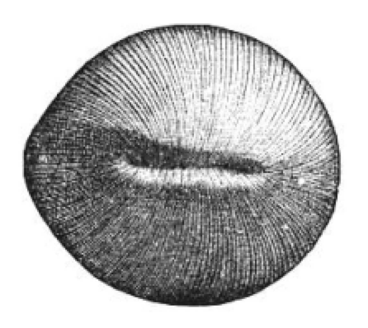
الشكل 12: منظر علوي لجنس <u>Aspidiscus</u>

يميز هذا الجنس السينوماني (الكريتاسي الأعلى) (الشكل 12).

2.4- الجنس سيكلوليتاس (Cyclolites) من فصيلة (Cyclolitidae)

مرجان منفرد بشكل قبة، الوجه السفلي خشن ومسطح ذو شكل دائري أو بيضوي مخطط بدوائر متراكزة.الجدار الجانبي غائب. الحيوان ذو تناظر شعاعي ممثل بحواجز رفيعة وكثيرة العدد قد يكون بها ثقوب. تتميز الكأس بوجود شق متطاول مكان الفتحة. الحيوان كان مثبتاً في مرحلة النمو وحر في مرحلة البلوغ، عاش هذا الجنس في بحار متوسطة العمق تحت درجات حرارة متوسطة.

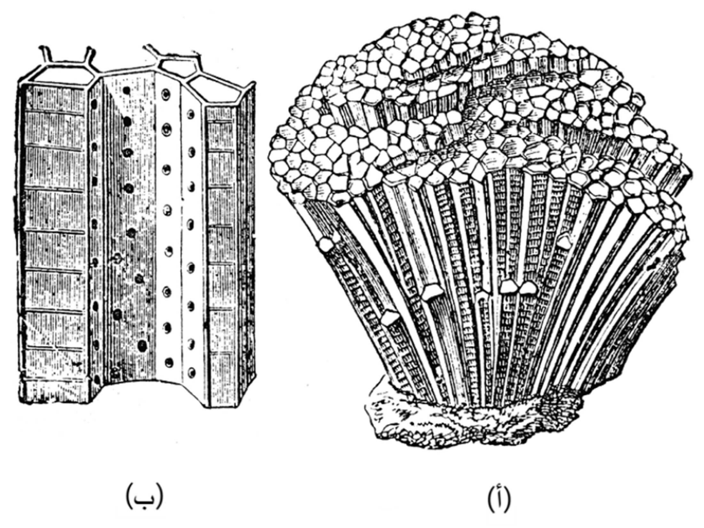
عاش في الكريتاسي الأعلى (الشكل 13) [4].



الشكل 13: منظر علوي لجنس <u>Cyclolites</u>

5. **رتبة الصفائحيات** (Ordre des Tabulés): عاشت أفراد هذه الرتبة على شكل مستعمرات مؤلفة من أنابيب متحدة لها هيكل كلسي خارجي، تحوي الأنابيب على حواجز أفقية مستعرضة تدعى الصفائح Tabulae أما الحواجز الشعاعية العمودية فتكون ضامرة أو منعدمة. ظهرت الصفائحيات في الأوردوفيسي وانقرضت في الترياس [4].

1.5. **الجنس فافوسيتاس** (Favosites) **من فصيلة** (Favositidae) : يتألف هذا الجنس من تجمع عددا من الأنابيب على شكل مروحة غير منتظمة مشكلة مستعمرة كروية (الشكل 14 –أ). تكون الأنابيب في حالات أخرى مستقيمة ومنتظمة (الشكل 14–ب). تتحد الأفراد مع بعضها دون ترك فراغات وتظهر مقاطعها العرضية فتحات متعددة الأضلاع. تتميز جدران الأنابيب بثقوب ترى بوضوح في مقاطعها الطولية. ظهر فافوسيتاس في السيلوري وانقرض في الكربوني [4].

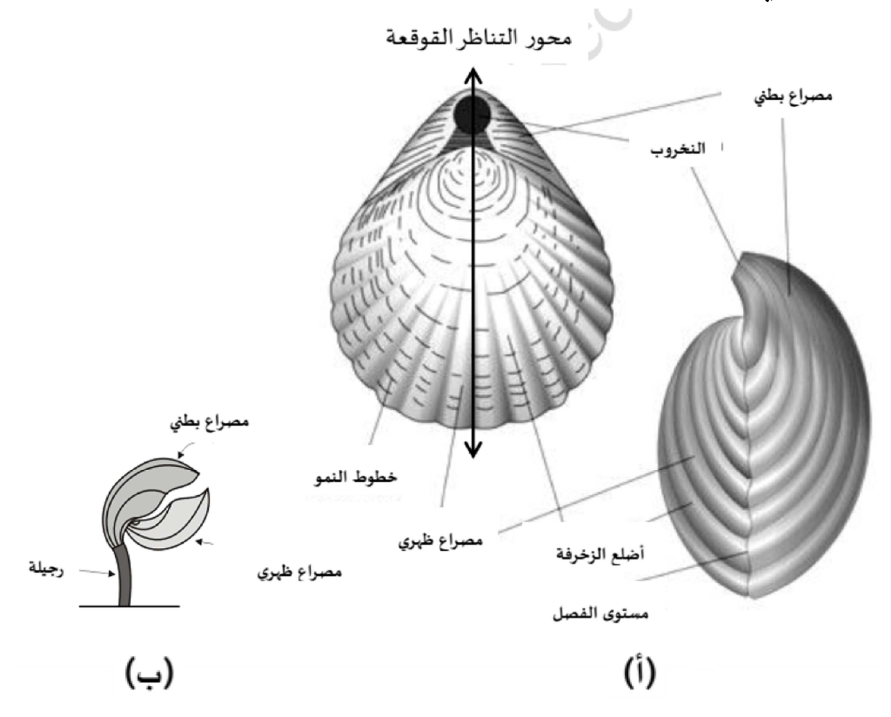


الشكل 14: (أ) الجنس فافوسيتاس (Favosites) منظر خارجي ، (ب) مقطع طولي يظهر الصفائح والثقوب

الحصّة الثالثة: شعبة عضديات الأرجل

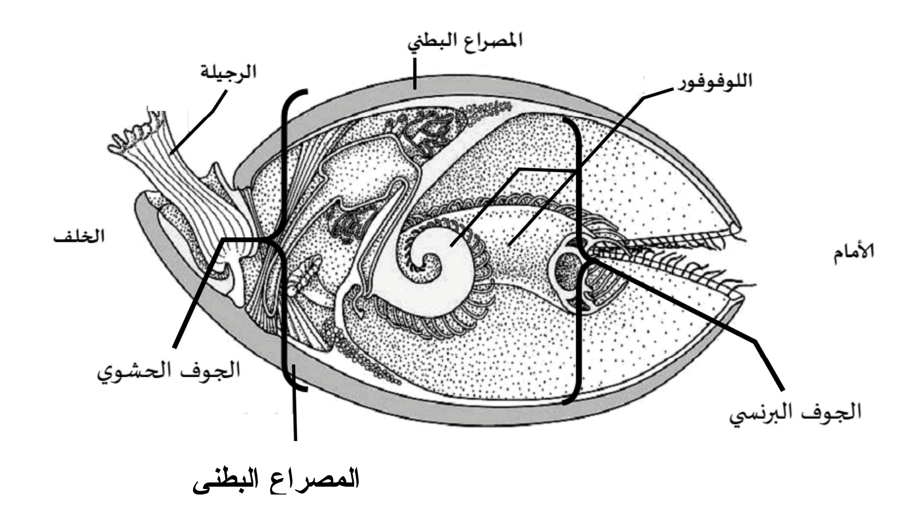
Embranchement Brachiopoda

تعريف: عضديات الأرجل كثيرات خلايا بحرية أغلبها قعرية مثبتة، هي حيوانات تعيش داخل قوقعة ذات طبيعة كلسية أو فسفاتية أو كيتينية. القوقعة تتكون من مصراعين (الشكل 15 أ) يفرزهما البرنس. تكون قواقع عضديات الأرجل غالبا مثبتة إما بواسطة رجيلة تخرج من القوقعة البطنية (الشكل 15ب) أو مباشرة بالتحام أحد المصراعين على الصخر أو بواسطة أشواك أو نتوءات [5]. عُرفت عضديات الأرجل منذ الكمبري ومازالت لحد الآن.



الشكل 15: شكل القوقعة عند عضديات الأرجل (أ) منظر بطني وجانبي (ب) كيفية تثبت القوقعة

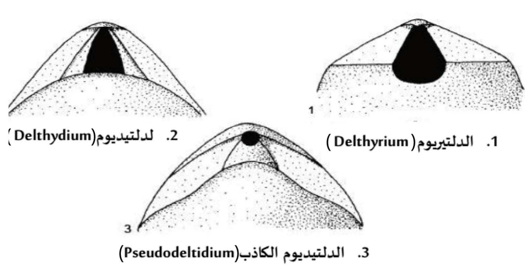
يلف البرنس الأجزاء الرخوة ويجمعها في الجهة الخلفية للقوقعة تاركا فراغا في الجهة الأمامية (ينفتح على الوسط الخارجي)، يشغله عضو خاص على شكل شرائط مزودة بأهداب يسمى اللوفوفور، يكون في بعض الحالات مدعما بهيكل كلسي ذو أشكال مختلفة. نسمي اللوفوفور والاستطالات الكلسية الجهاز العضدي brachidium (الشكل16). تتغذّى عضديات الأرجل بالمتعضيات الدقيقة (البلانكتون) التي تحملها التيارات المائية المحرّضة بحركة **المصراع الظهري** ـاز اللوفوفور.



الشكل 16: مقطع في مستوى تناظر القوقعة يبين الأجزاء التشريحية لعضديات الأرجل

2. **القوقعة** (**La coquille**): تتكون من مصراعين غير متساويين عموما: مصراع بطني كبير حامل للرجيلة والثاني ظهري صغير. يبدأ كل مصراع بعقفه تبدو بوضوح في المصراع البطني (الشكل 15 أ)، يتحد المصراعان بواسطة عضلات خاصة تدعى عضلات الشد والاسترخاء بالإضافة إلى المفصلة (المرجع 5).

3. **المفصلة (La charnière)**: تحمل سنين على جانبي العقفة في المصراع البطني يقابلهما تجويفين في المصراع الظهري. تكون المفصلة عمودية على خط تناظر الحيوان (الشكل 2) تدعى منطقة تمفصل المصراعين الخط السني (La ligne cardinal) وقد تكون قصيرة ومنحنية أو طويلة ومستقيمة. تسمى المساحة التي توجد بين الخط السني والعقفة الفسحة (Area) وهي مثلثة الشكل عموما ملساء أو بها خطوط موازية للخط السني.

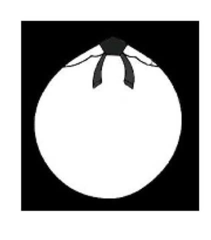


الشكل 17: مختلف أنواع الفتحة في عضديات الأرجل

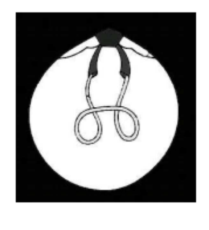
4. **الفتحة (Le deltyduim)** : تخرج الرجيلة في الأشكال البسيطة بين العقفتين بدون فتحة خاصة (رتبة عديمات الثقب). في حالات أخرى تكون هناك فتحة تمر منها الرجيلة تقع تحت العقفة (رتبة حديثات الثقب).

تسمى الفتحة التي تخرج منها الرجيلة الدلتيريوم (Delthyrium) (الشكل 17-1) وتكون في المصراع البطني. تغلق في بعض الحالات جزئيا بتوضعات كلسية يفرزها البرنس على شكل صفيحتين فتشكل الدلتيديوم (Delthydium) (الشكل 17-2). تاركة فتحة مستديرة تسمى النخروب (Foramen) لخروج الرجيلة. يتم في حالات أخرى إغلاق جزئيا الدلتيريوم بتوضعات كليسة تفرزها الرجيلة فتضيق الفتحة وتسمى في هذه الحالة بالدلتيديوم الكاذب (Pseudodeltidium). (الشكل 17-3).

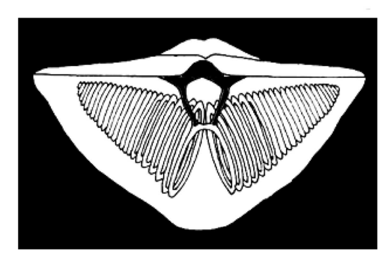
الجهاز العضدي (Le brachidium) : هو مجموع اللوفوفور وهيكله الكلسي ينشأ في القسم الخلفي الداخلي للمصراع الظهري ويختلف شكله حسب درجة تطور المجموعات (الشكل 18).



الكرورا (Crura)



عروة كلسية

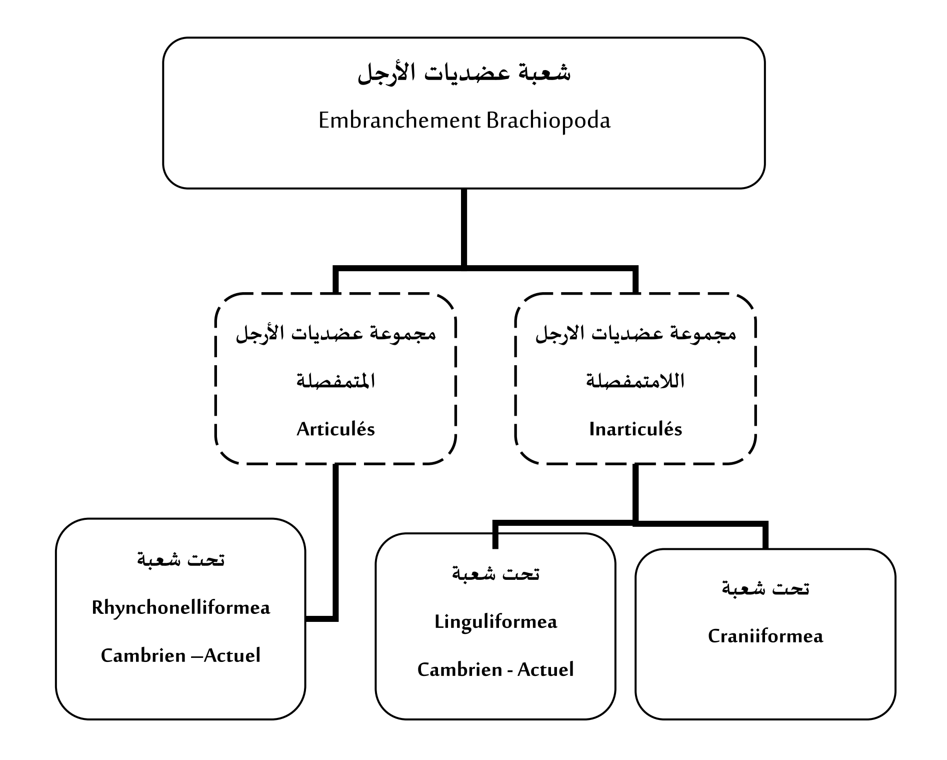


جهاز عضدي لولبي(Spiralé)

الشكل 4: بعض أشكال الجهاز العضدي في عضديات الارجل

تصنيف عضديات الأرجل: تنقسم عضديات الأرجل حسب طبيعة الهيكل ووجود أو عدم وجود المفصلة إلى ثلاثة تحت شعب، (**Linguliformea, Craniiformea et Rhynchonelliformea**) 2013 Christian c. EMIG et al.

من الشّائع استعمال تسميّة عضديات الأرجل اللامتمفصّلة لجمع تحت الشّعبتين الأولى والثانية وتسمية عضديات الارجل المتمفصلة للشعبة الثالثة حسب المخطط الموضح في الشكل رقم 19. تبقى هذه التسمية الشائعة غير نظامية ولم تعد تستعمل في التصنيف.



الشكل 19: مخطط يوضح المراتب العليا لتصنيف عضديات الارجل

1.6. **تحت شعبة (Linguliformea):** تتميز بقوقعة مكونة من الفوسفات العضوي، المصراعان مجتمعان بعضلات خاصة والبرنس فقط. لا وجود للجهاز العضدي وتضمّ هذه الطّائفة الأشكال البدائية مثل جنس لانغولا (Lingula). تشمل طائفتين (Lingulata) (تشمل 3 رتب) و(Paterinata) (رتبة واحدة فقط)

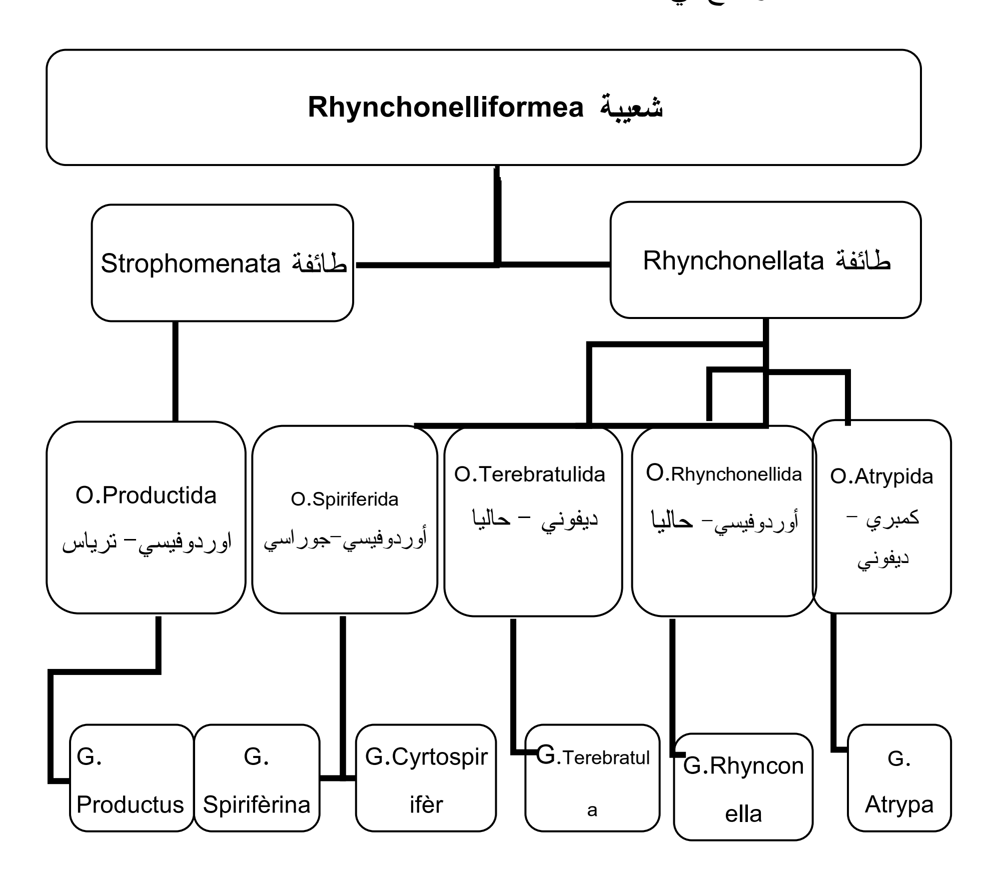
2.6. **تحت شعبة (Craniiformea):** تتميز أفرادها بقوقعة مكونة من كربونات الكالسيوم وبعدم وجود الرجيلة. هذه الشعيبة ممثلة بطائفة واحدة Craniforma تضم ثلاثة رتب واحدة منها فقط مازالت ممثلة حاليا.

3.6. **تحت شعبة (Rhynchonelliformea):** تمتاز أغلب الأشكال بوجود المفصلة مما يؤدى إلى عدم فصل المصراعين بعد موت الحيوان. لكنها تشمل أيضا

على أفراد بدون مفصلة. القوقعة ذات طبيعة كلسية مكونة من طبقتين خارجية (على شكل رقائق) وداخلية (ليفية). قد يكون الجهاز العضدي موجود أو مفقود.

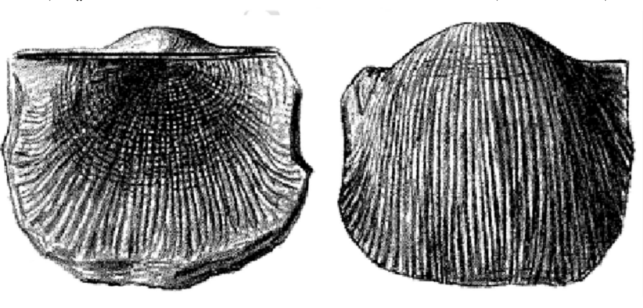
تضم شعيبة (Rhynchonelliformea) خمس طوائف (Chileata و Obolellata و Kutorginata و Strophomenata و Rhynchonellata) وتسعة عشر (19) رتبة.

ندرس من خلال حصة الأعمال التطبيقية ستة أجناس ينتمون للطائفتين الاخيرتين حسب المخطط الموضح في الشكل 20.



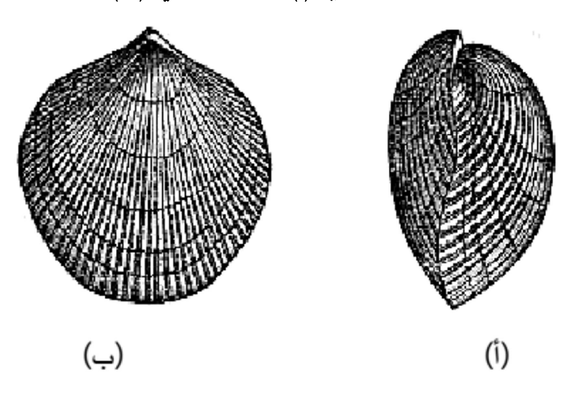
الشكل 20: مخطط يوضح ترتيب أجناس عضديات الارجل المدروسة

1.3.6. الجنس برودوكتوس (Productus) **من فصيلة (Productitae)** :.المصراعان غير متساوييْن حيث المصراع الظهري مقعر أو مسطح (Concave ou Plat) أما المصراع البطني شديد التحدب (Convexe) ،القوقعة حرة أو مثبتة بأشواك تميز هذا الجنس. العقفة كبيرة لا يوجد بها ثقب رجيلي، الخط السني طويل ومستقيم. الفسحة ضيقة أو معدومة، تتألف الزخارف الخارجية من حروف رفيعة مشعة من العقفة مقطوعة بخطوط نمو متراكزة عمودية عليها. يمكن ملاحظة أماكن تثبت الأشواك على السطح الخارجي للمصراع البطني على شكل ندبات (الشكل 21). ميز الجنس برودكتوس الدور الكربوني (المرجع 4).



(ب) (أ)

الشكل 21 : منظر ظهري (ا) ومنظر بطني (ب) لجنس Productus



(ب) (أ)

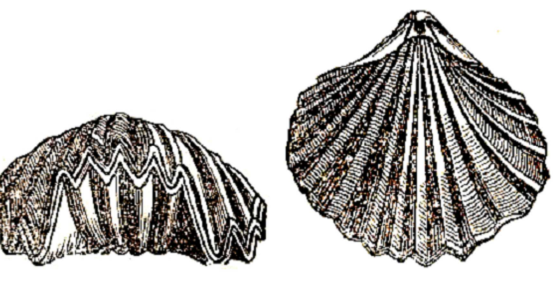
الشكل 22: الجنس (Atrypa) (أ) منظر جانبي (ب) منظر ظهري

2.3.6. الجنس أتريبا (Atrypa) من فصيلة (Atrypidae): تكون القوقعة شبه دائرية أو بيضوية الشكل وصغيرة الحجم، المصراع البطني مسطح أو محدب والظهري شديد التحدب (حالة شاذة) (الشكل 22). بها زخارف مؤلفة من خطوط رفيعة مشعة من العقفة وعمودية على خطوط النمو. عقفة المصراع البطني تغطي عقفة المصراع الظهري. الفسحة معدومة والخط السني منحني مع وجود الدلتيديوم، يتألف الجهاز العضدي من مخروطين حلزونيين متقابلين بالرأس. ميز الجنس أتريبا الدور الديفوني [4].

3.3.6. الجنس رانكونلا (Rhynconella) من فصيلة (Rhynconellidae)

ظهرت فصيلة رانكوليده في الجوراسي ومازالت مستمرة لحد الآن، يمتاز أفرادها بعقفة حادة تشبه المنقار وبوجود أخدود في المصراع الظهري تقابله ثنية في المصراع البطني.

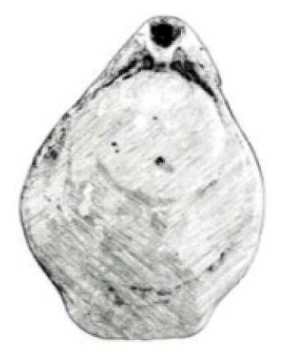
يمتاز الجنس رانكونلا بعقفة صغيرة ومنحنية أما الدلتيديوم فهو واضح. الخط السني منحن وقصير نشاهد في المنظر الأمامي تطاول جيبي، تكون الزخارف على شكل أضلاع مشعة من العقفة (الشكل 23.) [4].



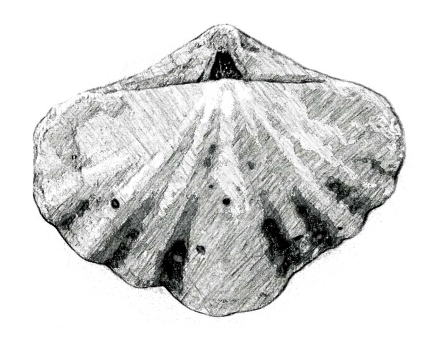
شكل 23: الجنس رانكونلا(Rhynconella)

4.3.6. الجنس تيريبراتولا (Terebratula) من فصيلة (Trébratulidae): تكون القوقعة محدبة الوجهين بيضوية ومتطاولة، ذات محيط مستدير. السطح الخارجي أملس، يلاحظ ثنيتان في المصراع الظهري يقابلهما أخدودان في المصراع البطني

الخط السني منحني والفتحة كبيرة من نمط نخروب وصفيحتان دلتيديتان (الشكل **24**). الجهاز العضدي على شكل شريط معقد لكنه غير ملتف ظهر هذا الجنس في **الأيوسين** وانقرض في **البليستوسين** [4].



الشكل 24: الجنس تريبراتولا (Terebratula)



الشكل 25 : الجنس Spirifèrina في منظر للمصراع الظهري و جزء من

5.3.6. **الجنس سبيريفيرينا** (Spiriferina) **من فصيلة** (Spiriferidae)

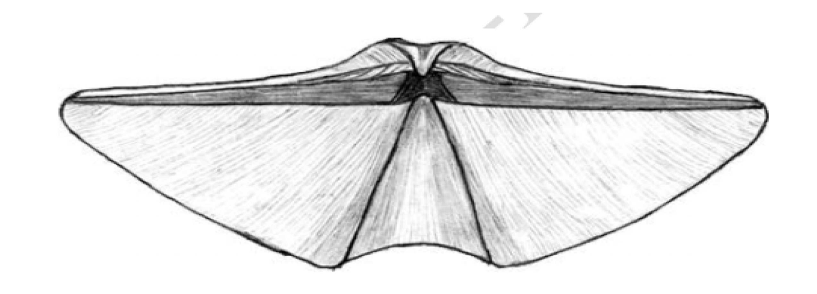
ظهر الجوراسي الأسفل و انقرض في نهايته، له قوقعة مثلثة الشكل. المصراعان محدبان تزخرفهما من الخارج حروف بارزة مشعة من العقفة، الأضلاع تقع على جانبي الثنية والأخدود وعددها 4 أو 6 في كل جانب.

الخط السني مستقيم الفسحة عريضة والثقب الرجيلي ممثل بالدلتيديوم (الشكل **25**) [4]

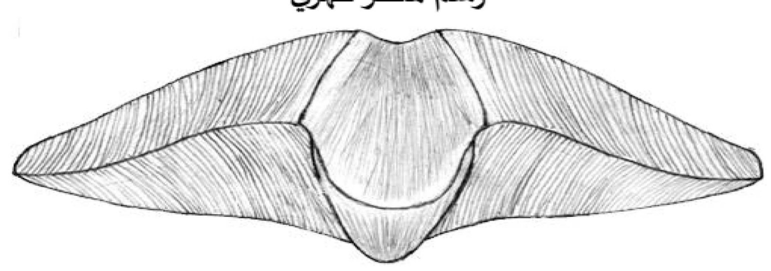
6.3.6. **الجنس سيرتوسيبريفار** (Cyrtospirifèr) **من فصيلة** (Spiriferidae)

ظهر في الديفوني الأعلى وانقرض في نهايته، القوقعة متطاولة بالاتجاه العرضي. المصراعان محدبان تزخرفهما من الخارج حروف رفيعة كثيرة العدد ومشعة من العقفة (الشكل 26)، يتميز هذا الجنس بوجود ثنية يقابلها أخدود في المصراع البطني. الخط السني طويل ومستقيم الفسحة عريضة والثقب الرجيلي مغلق جزئيا مشكلا

الدلتيديوم الكاذب. يتكون الجهاز العضدي من مخروطين ملتفين متقابلين بالقاعدة [4].







رسم لمنظر أمامي

الشكل 26 :الجنس Cyrtospirifèr

Dessin Nacer benameur (2011)

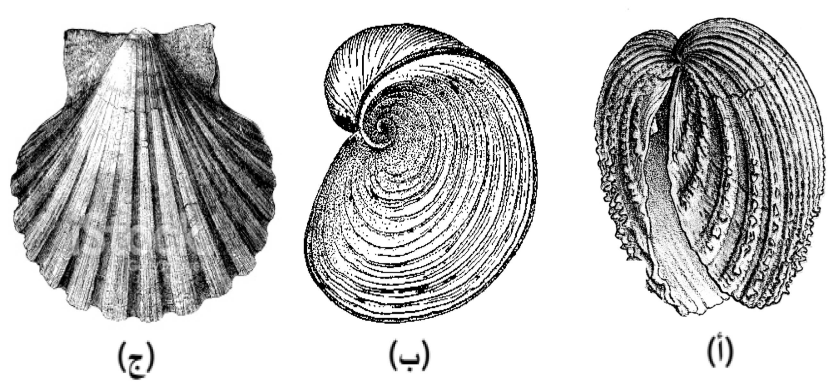
الحصّة الرّابعة: طائفة صفيحيات الغلاصم

Classe des Lamellibranches

1. **مقدمة**: صفيحيات الغلاصم حيوانات لا فقارية متطورة وهي تمثل مع معديات الأرجل ورأسيات الأرجل أكبر وأهم الطوائف التي تنتمي لشعبة الرخويات.

الأجزاء الرخوة محمية بقوقعة كلسية وهي محور الدراسة المستحثاية لصفيحيات الغلاصم. تتألف القوقعة من صدفتين (أو مصراعين) مضغوطين جانبيا: مصراع أيمن ومصراع أيسر (الشكل 27). يبدأ نمو كل مصراع من العقفة.

يمر مستوى التماثل عند أغلب قواقع صفيحيات الغلاصم بين المصراعين، فتسمى القوقعة متساوية المصراعين (Equivalve) (الشكل 27– أ). في بعض الأحيان تفقد القوقعة تناظر مصراعيها أثناء النمو وتصبح غير متساوية المصراعين (Inequivalve). (الشكل 27– ب). يكون مستوى التماثل عند بعض الأفراد عموديا على مستوى فصل الصدفتين ويمر من العقفة نحو الهامش البطني (تشبه قوقعة عضديات الأرجل) (الشكل 27– ج) [5]..

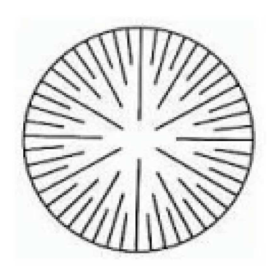


الشكل 27 : مختلف أنواع قواقع صفيحيات الغلاصم من الخارج

(أ) قوقعة متساوية الصدفتين (مستوى التناظر=مستوى الفصل)

(ب) قوقعة غير متساوية الصدفتين

(ج) قوقعة ذات تناظر عمودي على مستوى الفصل



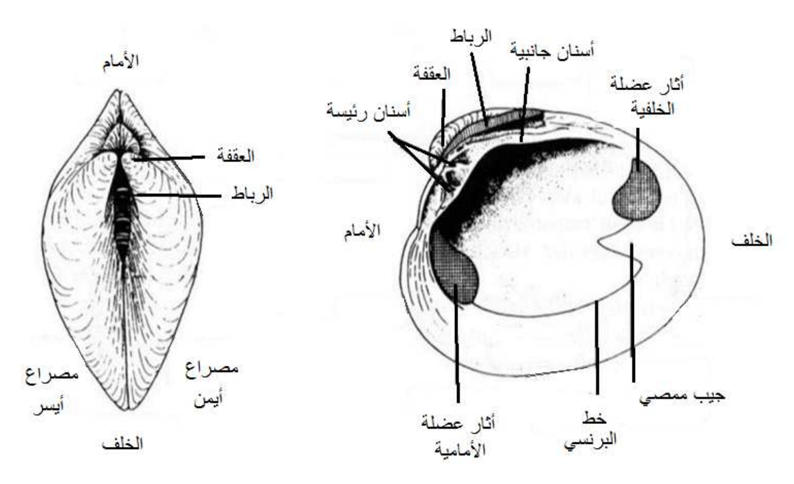
الشكل 27 : مختلف أنواع قواقع صفيحيات الغلاصم من الخارج

(أ) قوقعة متساوية الصدفتين (مستوى التناظر=مستوى الفصل)
(ب) قوقعة غير متساوية الصدفتين
(ج) قوقعة ذات تناظر عمودي على مستوى الفصل

2. **عناصر الصّدفة**: تعتمد دراسة قواقع صفيحيات الغلاصم لتحديد مختلف الأجناس على عناصر الصدفة التالية:

1.2 **العقفة** (Le crochet): تحتل العقفة مركزا متوسطا في المصراع وتكون في الناحية الظهرية متجه نحو الأمام (Prosogyre) مما يسمح بتحديد مصراع أيمن ومصراع أيسر (الشكل 28). في حالات شاذة تكون العقفة متّجهه نحو الخلف (Opistogyre) مثل الجنس (Trigonia).

2.2 **المفصلة** (La charnière) : هي المنطقة الواقعة تحت العقفة والتي تسمح بتمفصل المصراعين بواسطة أسنان(dents) و تجاويف (cavités). تعمل المفصلة على ربط المصراعين من الناحية الظهرية ويسمى هامش المصراعين الذي توجد عليه الأسنان والتجاويف بالخط السني (الشكل 28).



الشكل 28 عناصرصدفة صفيحيات الغلاصم

3.2 **الإنطباعات العضلية** (Les impressions musculaires): تظهر في الجهة الداخلية لصدفة صفيحيات الغلاصم آثار العضلات (آثار عضلة واحدة أو عضلتيْن).

عندما تكون الانطباعات العضلية متساوية الحجم = متساوية العضلات (Isomyaires) (مثل الجنس Cardium)

عندما تكون الانطباعات العضلية غير متساوية الحجم = متباينة العضلات (Hétéromyaires) وفي هذه الحالة تكون العضلة الخلفية أكبر حجما من العضلة الأمامية (مثل الجنس Venus) (الشكل 28).

عند بعض الأفراد، تختفي العضلة الخلفية كليا وتشكل مجموعة أحادية العضلة (Monomyaires) (مثل الجنس Pecten) على خلاف مجموعة ثنائيات العضلة Dimyaires السالفة الذكر.

4.2 **الخط البرنسي** (La ligne palléale): هي تظهر آثار اتصال عضلات البرنس مع الجدار الداخلي للقوقعة على شكل خط يجمع بين العضلتين يسمى الخط البرنسي. قد

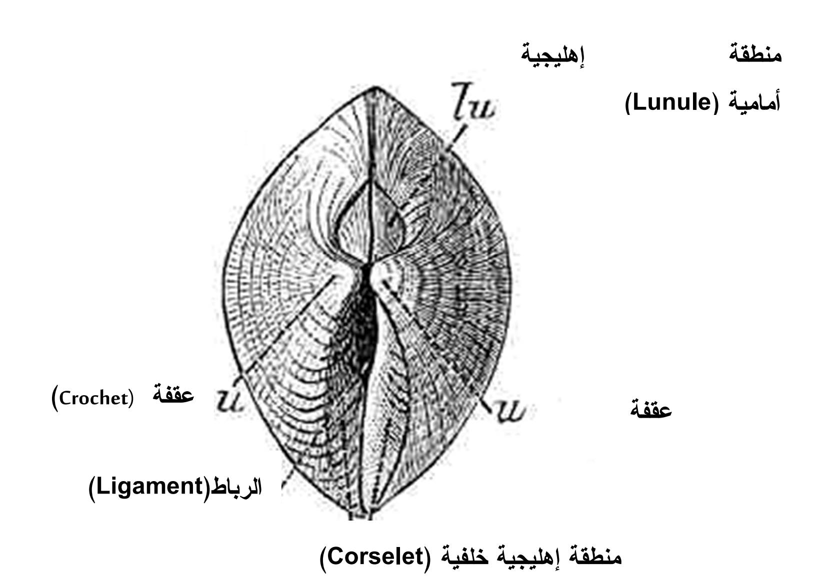
يكون كاملا موازيا لهامش القوقعة (intégripalliée) أو يبدي انخماصا جيبيا (sinupalliée) نحو الداخل يدعى الجيب الممصي وهو دائما في الخلف (الشكل 28)[5].

5.2 **الفسحة** (L'area): توجد الفسحة في الناحية الخارجية الظهرية للصدفة بين العقفتين، وهي الامكنة التي يتثبت عليها الرباط (Ligament) الذي يقوم بوظيفة حركة المصراعين. تمتد الفسحة عند بعض الأشكال من الامام إلى الخلف ويظهر عليها أخاديد (مثل الجنس آركا Arca). عند بعض الأشكال تفصل العقفتين الفسحة إلى منطقتين ذات شكل إهليجي متساوتين أو لا تدعا 1- منطقة إهليجية أمامية (Lunule) و2- منطقة إهليجية خلفية (Corselet) (الشكل29).

6.2 **الرباط** (**Le ligament**): مكون من مواد عضوية مرنة ويعمل كنابض لفتح المصراعين، هو نوعان:

1.6.2 **رباط خارجي**: يحتل نادرا الفسحة من الأمام إلى الخلف ويسمى (Amphidète) أما إذا كان يحتل الجزء الخلفي الخارجي فقط فيسمى رباط خلف القوقعة (Opisthodète) (الشكل 29).

2.6.2 **رباط داخلي**: قد يكون داخل حفرة رباطيه مثلثة الشكل تقع تحت العقفة أو يحتل مساحة رباطيه بها تحزُزات تترجم مراحل نمو الرباط (مثل الجنس أوستريا).



الشّكل 29: منظر للجهة الظهرية لقوقعة من صفيحيات الغلاصم

3. **توجيه القوقعة (L'orientation de la coquille)** : لدراسة صفيحيات الغلاصم يجب توجيه القوقعة ويحتاج ذلك ملاحظة الأمور التالية (المرجع 5):

- ✓ تنحني العقفتان بصورة عامة نحو الأمام ويشذ بعض الأفراد عن هذه القاعدة مثل الجنس تريقونيا (Trigonia)؛
- ✓ الجزء الخلفي من القوقعة أكبر أو أطول من الجزء الأمامي عموما؛
- ✓ توجد عادة منطقة الرباط الخارجي خلف العقفة، وتدل على الجهة الخلفية للقوقعة؛
- ✓ يكون الجيب الممصي (في حالة وجوده) دائما في المنطقة الخلفية؛
- ✓ يكون انطباع العضلة الخلفية أكبر من انطباع العضلة الأمامية عند ذوات

العضلتين غير المتساويتين، أما في حالة ذوات العضلة الوحيدة فيكون انطباعها في الناحية الخلفية أو قرب مركزي.

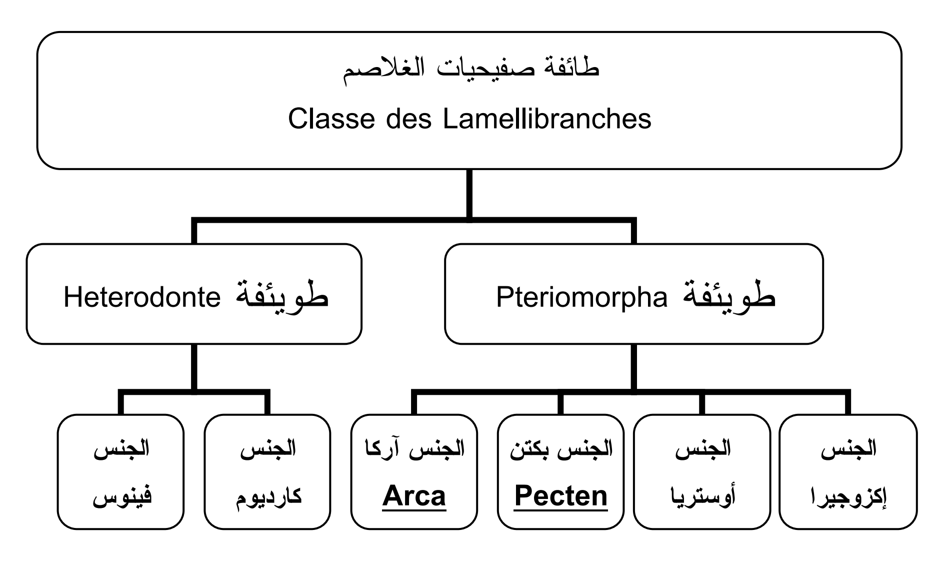
4. **تصنيف صفيحيات الغلاصم:** نُشر في سنة 2010 التصنيف الجديد لصفيحيات الغلاصم (R. Bieler, J. G. Carter & E. V. Coan) من خلال تجميع بيانات من التحليل الجزيئي والتحليلات التشريحية والدراسات المورفولوجية للقواقع والبيانات الجغرافية البيولوجية الحديثة والمستحاثة وكذا الستراتيغرافية.

حسب هذا التصنيف، تم التعرف على 324 عائلة بما في ذلك 214 عائلة منقرضة و110 عائلة لديها ممثلون حاليا.

سنعتمد في دراستنا على التصنيف القديم (**Newell 1965**)، لأسباب عملية، الذي يستعمل المفصلة كمعيار للتمييز بين ستّ (06) طويئفات وهي:

- ✓ Paleotaxodonte (Ordovicien– Actuel) ;
- ✓ Cryptodontes (Cambrien –Actuel) ;
- ✓ Pteriomorphes (Ordovicien –Actuel) ;
- ✓ Paleoheterodontes (Cambrien– Actuel) ;
- ✓ Heterodonte (Ordovicien –Actuel) ;
- ✓ Anomalodesmates (Ordovicien – Actuel).

سنتطرق خلال هذه الحصة إلى ستة أجناس موزعة حسب المخطط الموضح في الشكل 30. تم اختيار هذه الأجناس كي نلاحظ مختلف عناصر القوقعة المميزة لكل جنس.



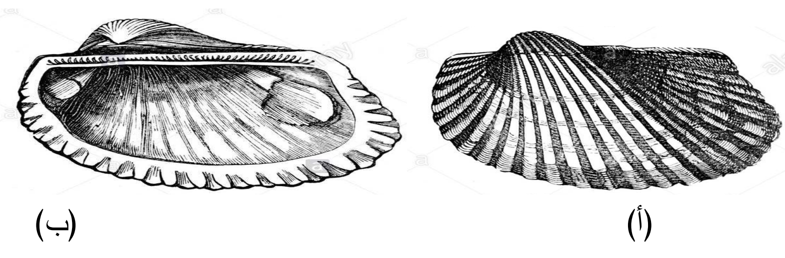
الشكل 30: مخطط يوضح ترتيب الأجناس المدروسة حسب الطويئفات

5. طويئفة Pteriomorpha

1.5. رتبة (Arcoida) تمتاز الأشكال التي تنتمي لهذه الرتبة بمفصلة من نمط كثيرات الأسنان أي ذات أسنان صغيرة متشابهه تتعاقب مع حفر سنية متشابهة، مع وجود إنطباعين عضليين متساويين في كل مصراع.

فوق فصيلة (Superfamille Arcacea)

1.1.5. الجنس آركا (Arca) من فصيلة أرسبده (Arcidae): يتميز هذا الجنس بفسحة عريضة على شكل مثلث تشكل العقفة أحد رؤوسه وهي مزودة بأخاديد رباطيه. الصدفتان متساويتان والخطّ السّني ضيق ومستقيم، الخط البرنسي كامل يوازي الهامش البطني. تظهر زخارف السطح الخارجي على شكل أضلاع بارزة مشعة من العقفة. ظهر في الجوراسي ومازال لحد الآن (الشكل 31) .



الشكل 31: الجنس آركا (Arca) (أ) منظر خارجي (ب) منظر داخلي

2.5. **رتبة** (Pterioida) : تشمل هذه الرتبة مجموعة غير متجانسة، تتميز بمفصلة من نمط عديمات الأسنان أي ذات أسنان صغيرة و بسيطة جدا وقد تكون مفقودة. بعض مجموعاتها لها غلاصم خيطيه وأخرى لها غلاصم حقيقية.

فوق فصيلة (Superfamille Pectinacea)

1.2.5 **الجنس بكتن** (Pecten) **من فصيلة بكتينيده (Pectinidae)**:تكون القوقعة شبه دائرية أو بيضوية، له مصراعان متساويان تقريبا. المصراع الايمن محدب والأيسر مستوي أو قليل التقعر. الخط السني طويل وفي الجانبين نلاحظ وجود أذينتين متساويتين. ليس هناك أسنان واضحة وإنما يمكن ملاحظة حفرة رباطيه مثلثة الشكل في منتصف الخط السني. العضلة المقربة الوحيدة تحتل وضعا شبه مركزي.



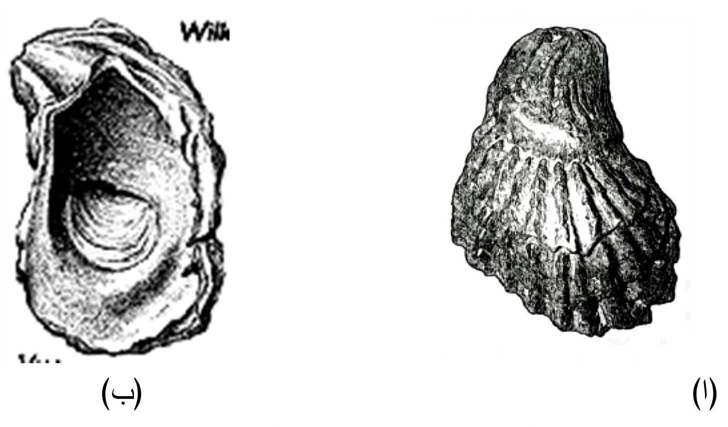
الشكل 32 : منظر خارجي لأحد مصراعي الجنس (Pecten)

ظهر **Pecten** في الكربوني ومازال لحد الآن (الشكل 32) (المرجع 4).

2.2.5 الجنس أوستريا (Ostréa) من فصيلة أوستريئده (Ostreidae)

:تكون القوقعة غير متساوية المصراعين وليست متناظرة جانبيا. يتثبت الحيوان بواسطة الصدفة اليسرى التي تكون كبيرة ومحدبة ذات سطح خارجي مزخرف غالبا بحروف مشعة من العقفة البارزة (الشكل 33 أ) التي تتجه أحيانا نحو الأمام وأحيانا نحو الخلف. الصدفة اليمنى صغيرة ومنبسطة أو مقعرة، غالبا ما تكون ملساء.

المنطقة الرباطية مثلثة الشكل أو متطاولة والخط السني قصير لا يحوي على أسنان. انطباع العضلة الوحيد بالقرب من المركز (الشكل 33 ب). ظهر **الجنس** **Ostréa** في الكريتاسي ومازال لحد الآن [5]

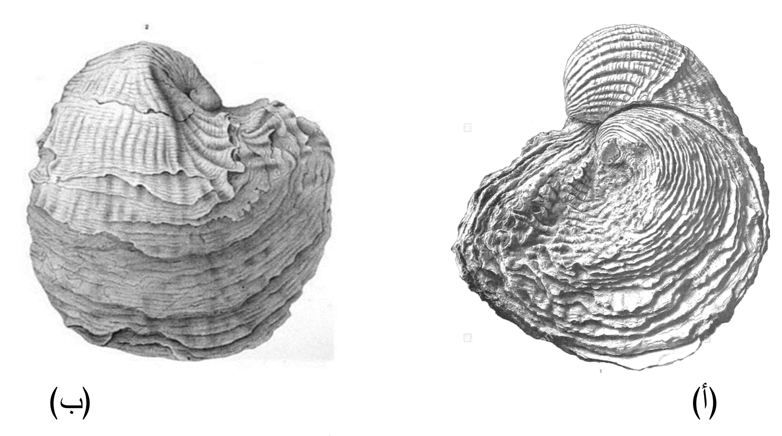


(ب) (ا)

الشكل 33: منظر خارجي(أ) وداخلي (ب) لمصراع أيسر للجنس Ostréa

3.2.5 الجنس إكزوجيرا (Exogyra) من فصيلة أوستريئده

(Ostreidae): تكون القوقعة غير متساوية حيث يكون المصراع الأيمن صغيرا يشبه الغطاء (الشكل 34 أ) بينما يتثبت الحيوان بالمصراع الايسر الكبير (الشكل 34 ب). العقفتان منحنيتان بشدة نحو الخلف باتجاه عقارب الساعة (Crochet fort opistogyre) الزخارف بشكل أضلع مشعة من العقفة تقطعها خطوط نمو متراكزة رفيعة ومتقاربة. يميز أنواع هذا الجنس الجوراسي الأعلى والكريتاسي [4].



(ب) (أ)

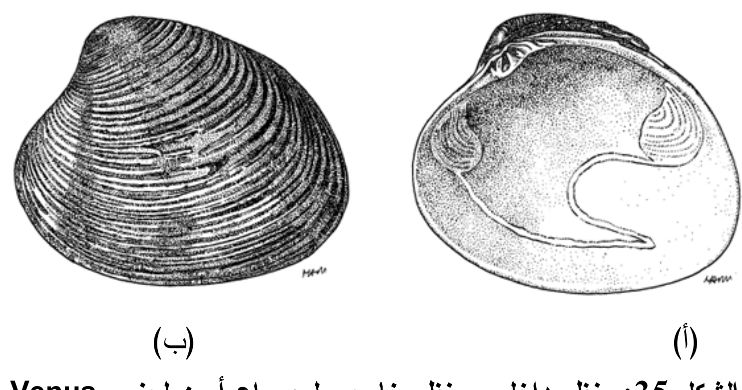
الشكل 34: منظر خارجي للمصراع الأيمن (أ) والمصراع الأيسر (ب) لجنس
Exogyra

6. طويئفة Heterodonte

1.6. رتبة (Veneroida) : تتميز هذه الرتبة بمفصلة من نمط مختلفات الأسنان أي أسنان قليلة وليست متشابهة في الشكل والحجم. العضلتان المقربتان متساويتان. تكون المنطقة الرباطية خارجية خلف العقفة وأحيانا تكون داخلية. الخط البرنسي كامل أو يبدي جيبا ممصيا.

فوق فصيلة (Superfamille Veneracea)

1.1.6 **الجنس** (Venus) **من فصيلة** (Veneridae) : تكون القوقعة ثخينة بيضوية ومحدبة الشكل، سطحها الخارجي مزخرف بأضلاع موازية للمحيط، حواف المصراع مسننة بنعومة، الخط السني عريض يمكن ملاحظة عليه مفصلة مؤلفة من ثلاثة أسنان رئيسية فقط دون أسنان جانبية، يلاحظ على الخط البرنسي جيب ممصي على شكل انخماص (الشكل 35) (ظهر الجنس فينوس في الأوليقوسان و مازال حتى الآن (Oligocène–Actuel).



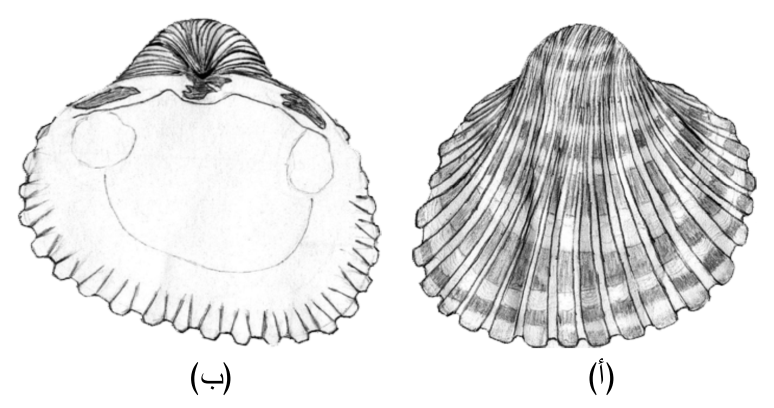
(أ) (ب)

الشكل 35: منظر داخلي ومنظر خارجي لمصراع أيمن لجنس Venus

فوق فصيلة (Superfamille Cardiacea)

2.1.6 **الجنس** (Cardium) **من فصيلة** (Cardiidae) القوقعة محدبة ذات شكل بيضوي وتبدي عدم تناظر جانبي ضعيف. العقفة بارزة في كلا المصراعين ومتجه قليلا نحو الأمام. الزخارف الخارجية عبارة عن حروف مشعة من العقفة، حواف الصدفتين مسننة. خط المفصلة غير واضح تماما حيث يظهر في المصراع الأيمن من سن أو سنين رئيسيتين وسنين جانبيتين أماميتين، وسن أو سنين جانبيتين خلفيتين، أما المصراع الأيسر فيبدي سنين رئيسيتين وسن جانبية أمامية وأخرى خلفية. المنطقة

الرباطية خارجية والإنطباعان العضليان واضحان والخط البرنسي كامل. ظهر في الكريتاسي ومازال لحد الآن (الشكل 36) [4].

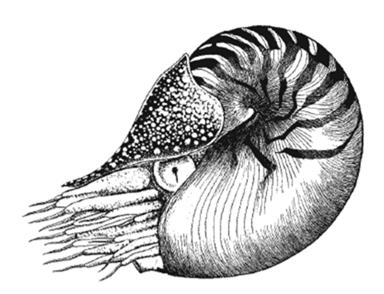


الشكل 36: رسم لمنظر خارجي (أ) ومنظر داخلي (ب) لجنس Cardium

الحصّة الخامسة: طائفة رأسيات الأرجل

Classe des Céphalopodes

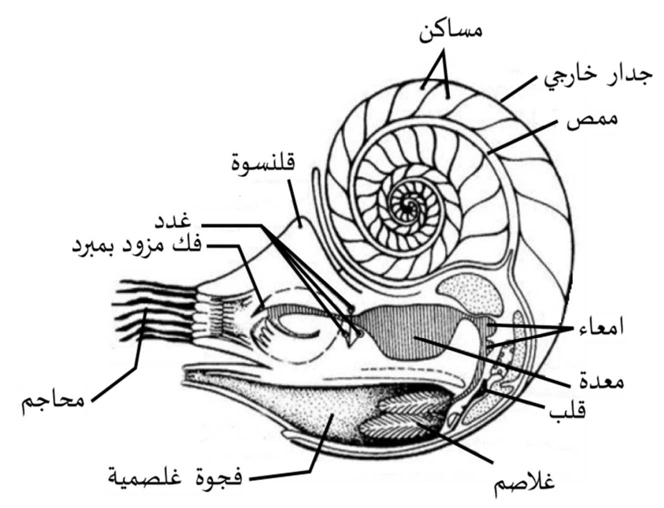
1. **تعريف:** تعتبر رأسيات الأرجل الطائفة الأكثر تعقيدا من شعبة الرخويات هي حيوانات بحرية ذات تناظر جانبي، لها رأس متميز عن باقي الجسم يحمل عينيْن جانبيتين كبيرتين وفم مجهز بفك قرني. يحيط بالفم مجسات ذات محاجم (الشكل 37).



الشكل 37 : حيوان النوتيلوس Nautilus (منظر خارجي جانبي)

باستثناء مجموعة الحبار والأخطبوط، التي لا تحتوي على قوقعة، فإن باقي المجموعات تمتاز بقواقعها المستقيمة أو الملتفة مقسمة من الداخل **بحواجز** بسيطة ومقعرة إلى عدد من المساكن مثل قوقعة النوتيلوس (Nautilus) (الشكل 38).

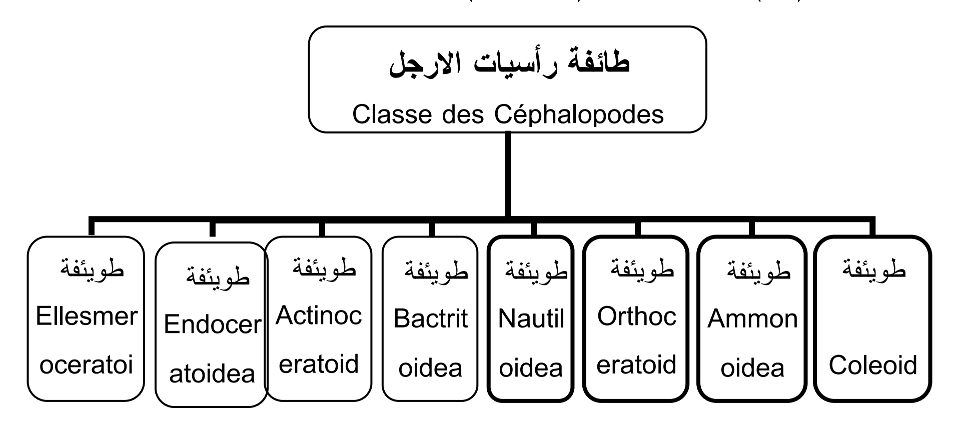
يحتل الحيوان المسكن الأخير الذي يتصل بالغرفة الجنينية بواسطة **ممص** الذي يخترق الغرف الهوائية (لأنها مملوءة بخليط من الغازات غنية بالآزوت). هذه الأخيرة تؤمن تخفيف الوزن النوعي للحيوان مما يجعله يطفو في الماء (الشكل 2)[5].



الشكل 38: مقطع استوائي في جنس النوتيلوس (Nautilus)

2. **تصنيف رأسيات الأرجل:** إن تصنيف رأسيات الارجل من أصعب المهام بسبب عدد أفرادها الكبير (11000 نوع منقرض حسب Ivanov et al. 2001) و1200 نوع حي حسب (Brune 2004).

نعتمد في دراستنا على تصنيف Shevyrev (2005) الذي قسم طائفة رأسيات الارجل إلى (08) ثمان طويئفات (الشكل 39).



الشكل 39: مخطط يوضح الطوائف الثمانية التابعة لطائفة رأسيات الأرجل حسب تصنيف Shevyrev (2005)

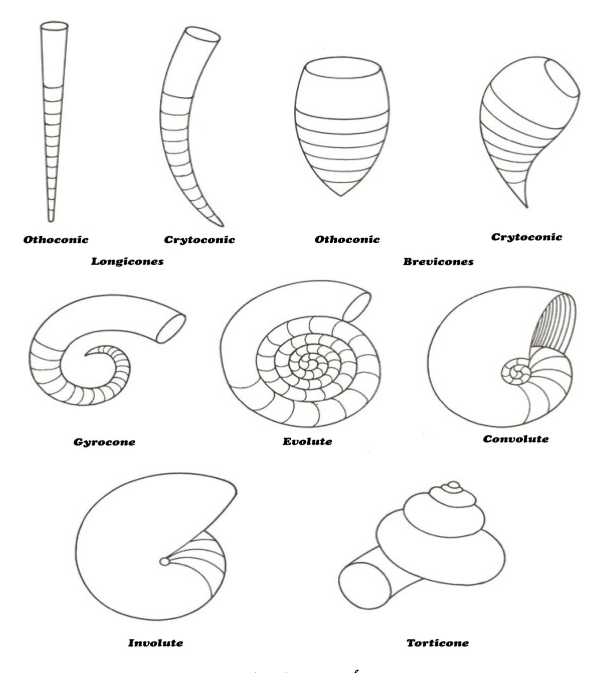
سنتطرق في دراستنا إلى سبعة أجناس تنتمي لأربع طويئفات من بين الثمانية المعرفة أعلاه وهي: 1- طويئفة النوتيلوئده (Nautiloidea) و2- طويئفة أورتوسيراتوئده (Orthoceratoidea) و3- طويئفة الأمونوئده (Ammonoidea) و 4- الكوليوئيده (Coleoidea) .

3. **طويئفة النوتيلوئده** (Sous Classe des Nautiloidea) : يمتاز أفراد هذه المجموعة بقوقعة خارجية مقسمة من الداخل بحواجز بسيطة ومقعرة إلى عدد من المساكن. الحيوان يحتل المسكن الأخير

يكون **الممص** مركزياً أو قرب مركزي ويخترق الحواجز التي تتجه نحو الخلف (نحو الغرفة الجنينية). عند ملامسته (à son contact) وتعطي **أعناق حاجزيه** متّجهه نحو الخلف أيضا (**الشكل38**).

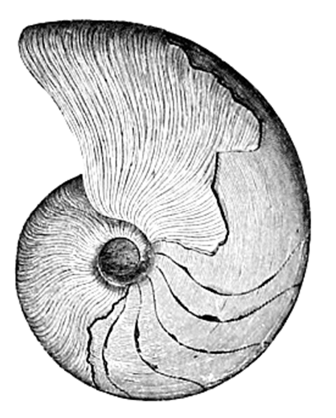
تدعى آثار اتصال الحاجز مع سطح القوقعة الداخلي **بالخط الدرزي** (Ligne de Suture). يمكن ملاحظته عندما يتآكل جدار القوقعة الخارجي وهو مستقيم أو قليل التموج. هذه ميزة من بين أخرى تميزها عن مجموعة الأمونوئيد ذات الخطوط الدرزية المعقدة.

يتميز كذلك أفراد هذه المجموعة بتنوع أشكال **القواقع** فقد تكون مستقيمة أو منحنية



الشكل40 : مختلف أشكال قواقع طويئفة النوتيلوئده

أو ملتفة في مستوي أو حول محور (الشكل 40).



الشكل 41: الجنس نوتيلوس

Nautilus

1.3 **الجنس نوتيلوس** Nautilus : (رتبة نوتيليداOrdre Nautilida–فصيلة Nautilidae)

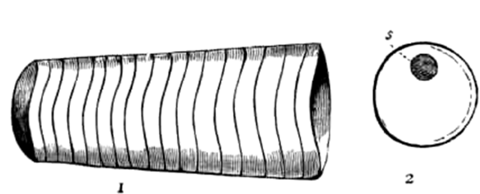
يعتبر الجنس نوتيلوس مستحاثة حية والممثل الوحيد لرأسيات الأرجل ذات القوقعة الخارجية الملتفة، هو الآن ممثّـل بأربعة أنواع تعيش في المحيط الهادي.

القوقعة شبه كروية ملتفة في مستوي من نمط التقاف خفي أي الدورة الأخيرة تخفي الدورات الأولى. الفتحة بسيطة يظهر فيها جيب بطني. الحواجز مقعرة نحو الفتحة والخط الدرزي قليل التعرج. سطح القوقعة أملس أو مزخرف بخطوط نمو موازية لحرف الفتحة. ظهر الجنس نوتيلوس في الترياس ومازال لحد الآن (الشكل 41) [4].

4. طويئفة أورتوسيراتوئده (Orthoceratoidea)

1.4 **الجنس أورتوسيراس** **Orthocéras** : رتبة أورتوسيراتيداOrthocerida Ordre–فصيلة أورتوسيراتيده Orthoceratidae

له قوقعة مخروطية متطاولة و مستقيمة ذات مقطع عرضي دائري.الحواجز مقعرة. الخطوط الدرزية مستقيمة وغرفة السكن كبيرة. الممص مركزي أو قرب مركزي ينعطف كل حاجز في مكان الممص نحو الخلف مشكلا أعناقا حاجزية حول الممص. تتوضع رسوبيات من كربونات الكلسيوم في المساكن الأولى.السطح الخارجي أملس أو يحمل زخرفة بسيطة ظهر في الأردوفيسي و انقرض في الترياس (الشكل 42) [4].

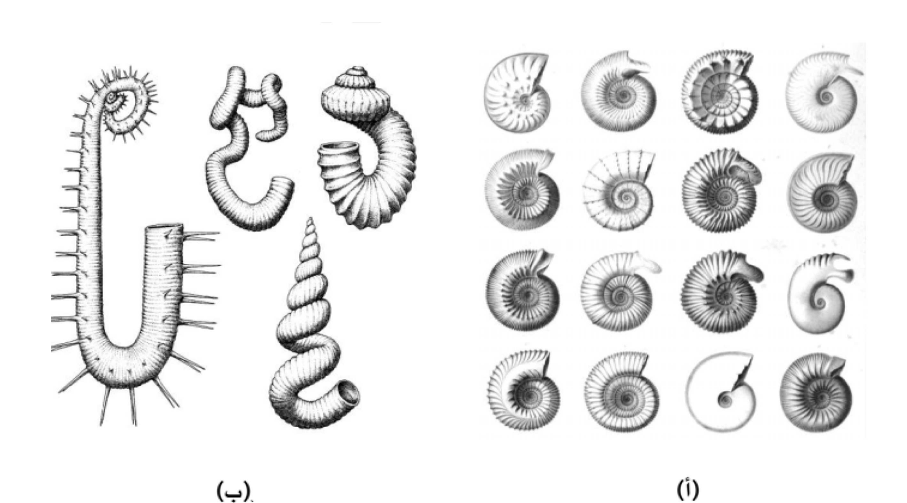


الشكل 42 يمثل الجنس (Orthocéras)
1-منظر خارجي 2- منظر علوي به ممص جانبي

5-**طويئفة الأمونوئده (Ammonoidea)** : هي مجموعة كبيرة جدا ومنقرضة لعبت دورا مهما في الحقب الميزوزوي (حقبة الحياة المتوسطة). لا نعرف عن أجزائها الرخوة إلا القليل من خلال انطباع بعض أجزائها الرخوة على القواقع المحفوظة جيدا. إذن تاريخها هو تاريخ قواقعها.

كل القواقع ملتفة في المستوي الذي هو مستوى التناظر والالتفاف ظاهر أو خفي (الشكل 43 أ). غير أنه هناك بعض الأفراد لها أشكال التفاف شاذة مثل الجنس باكوليتاس (Bacullites) (قوقعة ملتفة تصبح بعد ذلك مستقيمة)، أو مثل الجنس (Turrillites) (قوقعة ملتفة حلزونيا) (الشكل 43 ب).

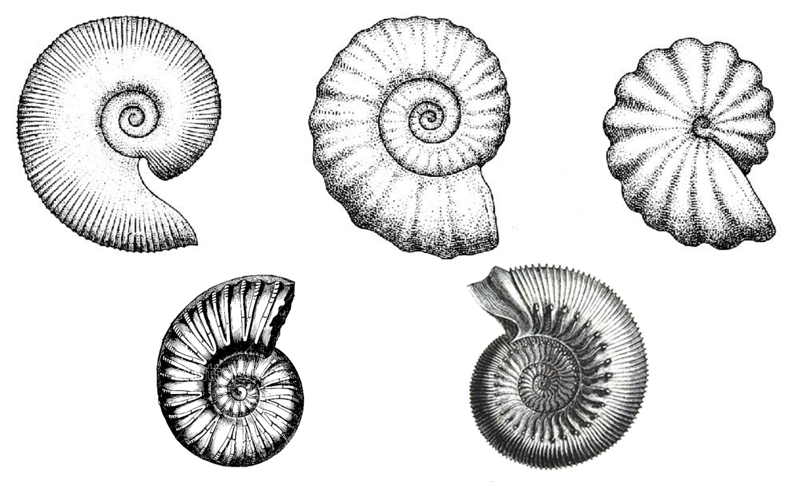
تظهر غالبا حواف فتحة القوقعة متعرجة في المناطق الجانبية وقد يمتد من الفتحة نتوء جانبي أو بطني [4]. يبدو أن الأشكال ذات الالتفاف المفتوح انحساريه.



(ب) (أ)

الشكل 43: .أنماط قواقع الأمونيتات (أ) العادية و(ب) الشاذة

1.5 **زخارف القوقعة:** القواقع التي تنتمي للحقبة الزمنية الأولى (الباليوزوي) أغلبها ملساء أو ذات زخارف بسيطة ممثلة بأضلع رفيعة. أما القواقع التي تعود للحقبة الزمنية الثانية (الميزوزوي) فتكون ذات زخارف معقدة مؤلفة من أضلع بارزة مستقيمة أو منحنية ثنائية أو عديدة التشعب وقد تكون مزودة بندبات أو أشواك أو حواف رقيقة أو سميكة (الشكل 44).



الشكل 44: مختلف أشكال الأضلع الزخرفية عند الأمونتات

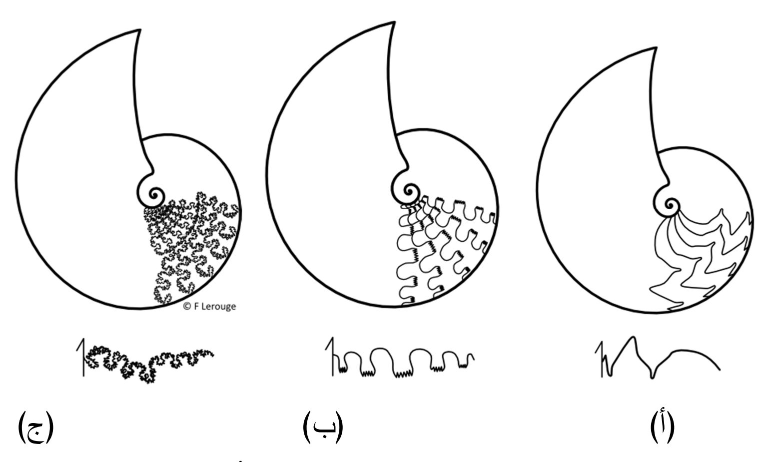
2.5 **الخط الدّرزي:** هو اثر اتّصال الحواجز مع سطح القوقعة الداخلي. لذلك لا يظهر حتى يتخرب جدار القوقعة الرقيق أثناء عملية الاستحاثة. ويكون بصورة عامة متناظرا بالنسبة للمستوى الاستوائي للقوقعة. يبدي الخط الدرزي على الاغلب تموجات منها ما تكون محدبة نحو الفتحة و تسمى السروج Selles. ومنها ما تكون مقعرة وتدعى الفصوص (Lobes) (الشكل 45).

يكون الخط الدرزي في الأشكال البدائية بسيطا ويتعقد في الأشكال المتطورة. إذن فهو يتطور مع الزمن. ومنه نميز ثلاثة أنماط درزية (الشكل 45 أ–ب–ج).

✓ **النمط الغونياتيتي (Type Goniatitique)** تبقى الفصوص و السروج بسيطة غير مسننة و تميز الأفراد التي عاشت خلال الدورين الديفوني و البرمي (الشكل 45 أ)؛

✓ **النمط السيراتيتي (Type cératitique)** الفصوص مسننة والسروج بسيطة ويميز هذا النمط الأشكال البرمية والترياسية (الشكل 45 ب)؛

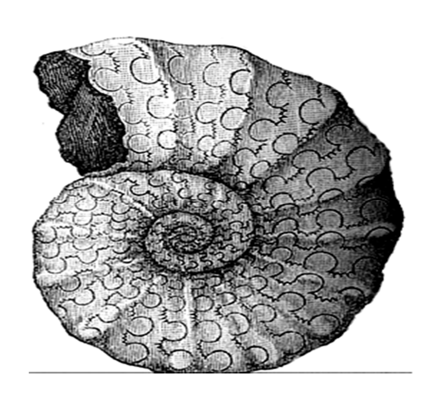
✓ **النمط الامونيتي (Type Ammonitique)** تظهر الفصوص و السروج مسننة شديدة التعقيد وخاصة بالأفراد التي عاشت خلال الحقبة الثانية (الترياسي – الجوراسي – الكريتاسي) (الشكل 45 ج).



(ج) (ب) (أ)

الشكل 45 : يمثل الخط الدرزي في الأمونيتات

3.5 الجنس سيراتيتاس (**Ceratites**): (رتبة سيراتيتيدا Ordre Ceratitida – فصيلة سيراتييتيده Ceratitidea)



الشكل 46 : الجنس Ceratites

يتميز هذا الجنس بقوقعة قرصية الشكل كبيرة الحجم مضغوطة جانبيا، الالتفاف ظاهر السّرة عريضة. نلاحظ في كل دورة حروفاً بارزة تحمل على مسارها حدبات وخاصة بالقرب من السرة والهامش الخارجي أين يمكن مشاهدة الممص. الخط الدرزي من النمط السيراتيتي يبرز غرف هوائية ضيقة.

تميّز أنواع هذا الجنس الترياس الأوسط (الشّكل 46)[4].



4.5 الجنس أمالتيوس (**Amaltheus**):

(رتبة أمونيتيدا Ammonitida من فصيلة أمالتيده Amaltheidea)

القوقعة قرصية رقيقة ذات محيط بطني حاد مجهز بحرف مسنن أو مبروم بشكل الحبل. السرة صغيرة والسطح مزخرف بأضلاع بسيطة تبدي في نهاية مسارها انحناءات قصيرة. الدورة الأخيرة مرتفعة قليلا بالنسبة للدّورات الأولى، تتـميز الفتحة بنتؤ بطني، الخط الدرزي معقد من النمط الأمونيتي.

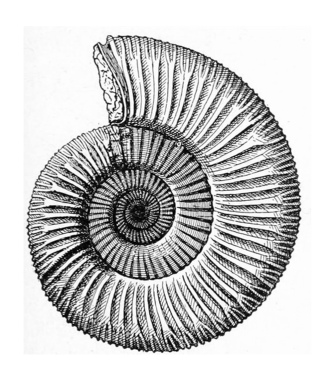


الشكل 47: الجنس أمالتيوس (Amaltheus)

يميّز الجنس أمالتيوس الجوراسي الأسّفل (الشكل 47) [5].

5.5 الجنس بيريسفانكتاس (Perisphinctes): (رتبة أمونيتيدا Ammonitida من فصيلة بيريسفانكتيده (Perisphinctidea)

قوقعة متناظرة سميكة. مقطع الدور الواحد مستطيل ذو زوايا مدورة. الالتفاف ظاهر والسرة عميقة وعريضة. الزخارف السطحية على شكل أضلع حادة مائلة في الأدوار الأولى ثم منحنية نحو الامام ومزدوجة التشعب على الهامش البطني. الخط الدرزي معقد انتشر هذا الجنس في الجوراسي الأعلى (الشكل 48) [5].



الشكل 48: الجنس Perisphinctes

6.5 الجنس توريليتس (Turrilites) : (رتبة أمونيتيدا Ammonitida من فصيلة توريليتيده (Turrilitidea)

يتميز هذا الجنس بعدم تناظر القوقعة، حيث يكون شكلها مخروطيا متطاولا وملتفا حول محور إلتفافا يساريا متراصا. الزّخارف السّطحية على شكل أضلاع طولية ممّتدة على جوانب المخروط تحمل على مسارها عقيدات.قد تتقطع الأضلع الزخرفية بواسطة أخدود عرضي أو أخدودين. الخط الدرزي معقد من النمط الأمونيتي.

عاش الجنس توريليتاس من السنوماني إلى التوروني (طابقان من الدّور الكريتاسيي) (الشكل 49) [5].

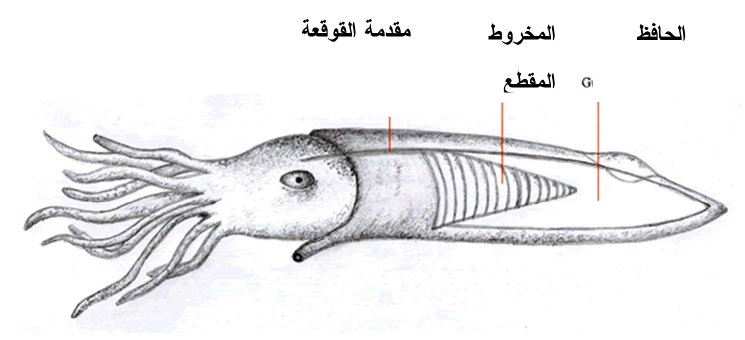


الشكل 49 يمثل

الجنس <u>Turrilites</u>

6. **طويئفة الكوليوئيده (Coleoidea)** : هي مجموعة أقل أهميّة من سابقتيها من حيث الفائدة المستحاثية وذلك بسبب تشابه قواقعها. من ممثيلاتها الحالية الحبار والأخطبوط (Octopus). يمتاز أفرادها بجسم متطاول، زوج من الغلاصم وزوج من الأذينات القلبية وكيس الحبر. يتراوح عدد الأذرع من 8 أذرع الى 10 على الأكثر وهي مجهزة بأقراص ماصة (المحاجم). العيون متطورة والقوقعة عند وجودها تكون داخلية (الشكل 50). وهي توجد في الناحية الظهرية للحيوان وتكون خفيفة تتألف من صفائح كلسية [5].

تُقسم تحت طائفة الكوليوئيده لعدد من المراتب ندرس منها رتبة هامة من الناحية المستحاثية وهي رتبة البلمنتيدا أو البلمنيات.



الشكل 50: الشكل العامّ لجنس من رتبة البلمنيات Belemnites

7. رتبة البلمنيات (Ordre des Belemnites): هي مجموعة منقرضة ذات أهمية مستحاثية كبيرة نظرا لاحتوائها على قواقع كلسية وجدت بكثرة في صخور الحقبين الباليوزوي والميزوزوي.

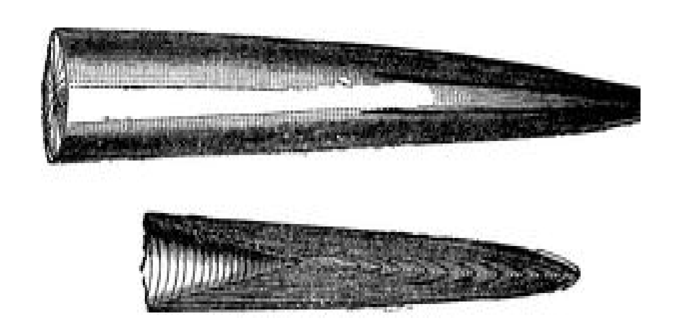
تتألف قوقعة البلمنتات من ثلاثة أقسام الحافظ أو الكتلة المدعمة والمخروط المقطع والنتوء الظهري أو مقدمة القوقعة (الشكل 50).

1.7. الحافظ (Le rostre) يشكل الحافظ أو الكتلة المدعمة القسم الذي يحفظ عادة في الصخور. وهو على شكل مخروط منتظم متطاول في الغالب يتراوح طوله من 3 إلى 30 سم. وقد يكون منتفخا أو مضغوطا ينتهي برأس دقيق. يمكن ملاحظة على الحافظ ميازيب Sillons يعتقد أنها أماكن ارتكاز العضلات. يشكل الحافظ النهاية الخلفية للحيوان ويحتمل أنه كان يستخدم لتوازن الحيوان أثناء السباحة ويساعده لأخذ الوضع الأفقي (المرجع 5).

2.7. المخروط المقطع (Le Phragmacone) يبدي الطرف الأمامي للحافظ تجويفا مخروطيا متطاولا. يحتله المخروط المقطع وهو مقسم إلى مساكن بحواجز مقعرة نحو الأمام. يخترق هذه الحواجز ممص الذي يحتل المنطقة الجدارية البطنية (المرجع 5).

3.7. مقدمة القوقعة (Le Proostracum) يستطيل المخروط المقطع إلى الأمام من الناحية الظهرية على شكل امتداد مكونا ما يسمى بمقدمة القوقعة. وهذا الجزء رقيق ينكسر أثناء الاستحاثة لذلك حفظه نادر.

8. الجنس بلمنيتلا (Belemnitella): القوقعة تتألف من حافظ أسطواني الشكل ومخروط مقطع يحتوي على مساكن متعددة. تقع مقدمة القوقعة في الجانب الظهري. المقطع العرضي دائري الشكل. يشاهد على سطح الحافظ أخدود مستقيم ظهري وآخر بطني. يميز هذا الجنس الكريتاسي الأعلى (الشكل 51) [5].



الشكل 51 : الجنس بلمنيتلا Belemnitella

الحصّة السّادسة: طائفة ثلاثيّات الفصّوص

Classe des Trilobites

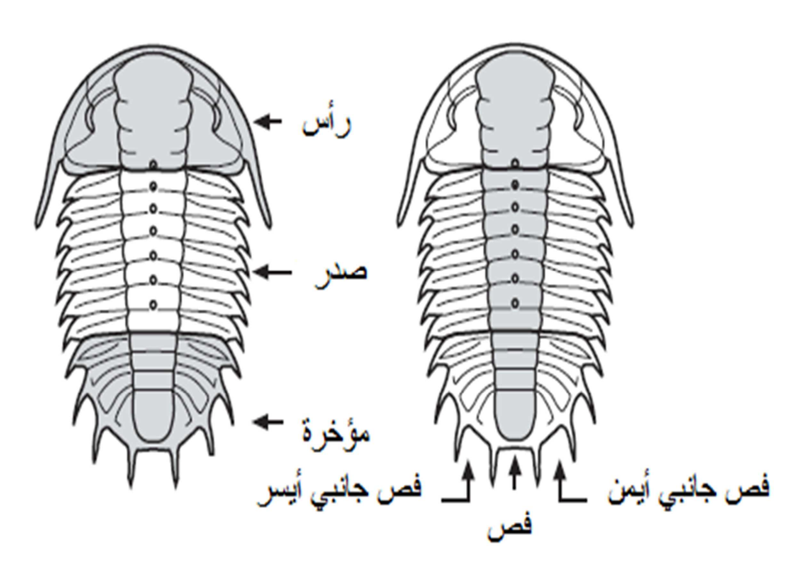
1. **تعريف**: تنتمي طائفة ثلاثيات الفصوص إلى شعبة مفصليات الأرجل (Les Arthropodes)، هي حيوانات بحرية منقرضة عاشت خلال الحقبة الجيولوجية الأولى. جسم الحيوان يتكون من عدة قطع متمفصلة نميز فيها

المنطقة الأمامية = الرأس Le céphalon.

المنطقة المتوسطة = الصدر Le thorax.

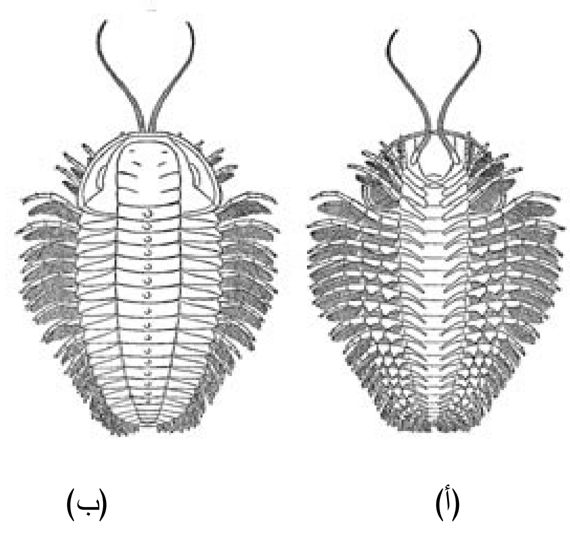
المنطقة الخلفية = البيجيديوم Le pydjium.

يقسم جسم الحيوان من الناحية الظهرية طوليا إلى ثلاث فصوص بأخدودين ممتدين من الأمام إلى الوراء: فص محوري وفصين جانبيين (الشكل 52) [7].



الشكل 52 : يمثل أجزاء الهيكل في ثلاثيات الفصوص

كان لثلاثيات الفصوص جسم رخوي محمي بهيكل كيتيني غني بفوسفات الكلسيوم. يعتقد أنها حيوانات في أغلبها قعرية كانت تعيش على أعماق ضعيفة في أوساط الأرصفة حيث كان لديها ارجل على شكل لواحق (الشكل 53 أ و ب) ،البعض منها ينغمس في الوحل والآخر يبدو أنه كان سابحا.

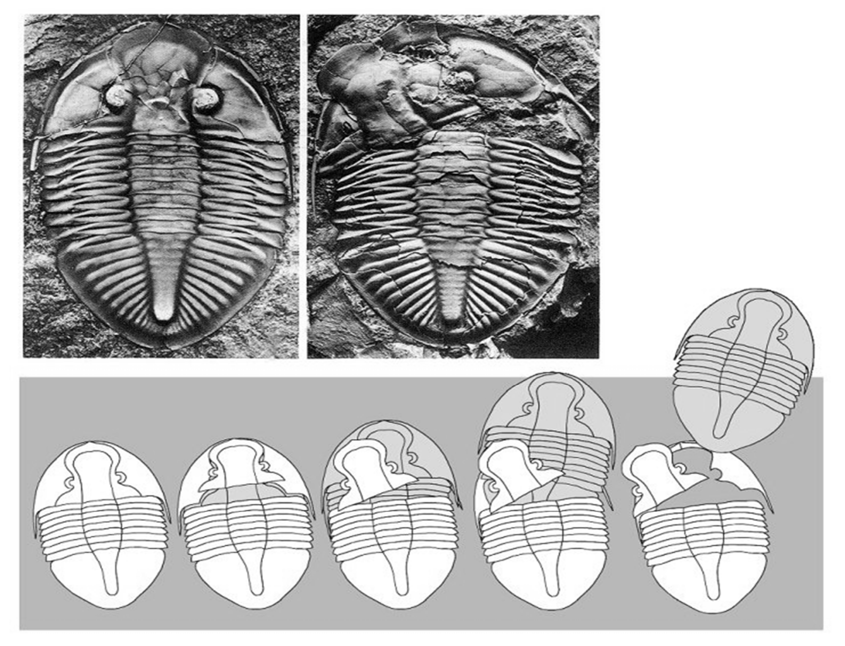


(ب) (أ)

الشكل 53 : رسم تخطيطي لهيكل ثلاثيات الفصوص: (أ) منظر بطني (ب) منظر ظهري

أعين ثلاثيات الفصوص مركبة وهي تتألف من عديسات (من 15 إلى 12000 عديسة)، كما هناك فئة قليلة عمياء (ليست لها عيون) يعتقد أنها كانت تعيش في أعماق كبيرة.

يمكن لبعض الافراد من ثلاثيات الفصوص أن تدور حول نفسها عندما تحس بالخطر.(Forme enroulée) والنمو يتم بواسطة انسلاخات عديدة ابتداء من مرحلة اليرقة (الشكل 55) [7].



الشكل 55: طريقة نمو ثلاثيات الفصوص

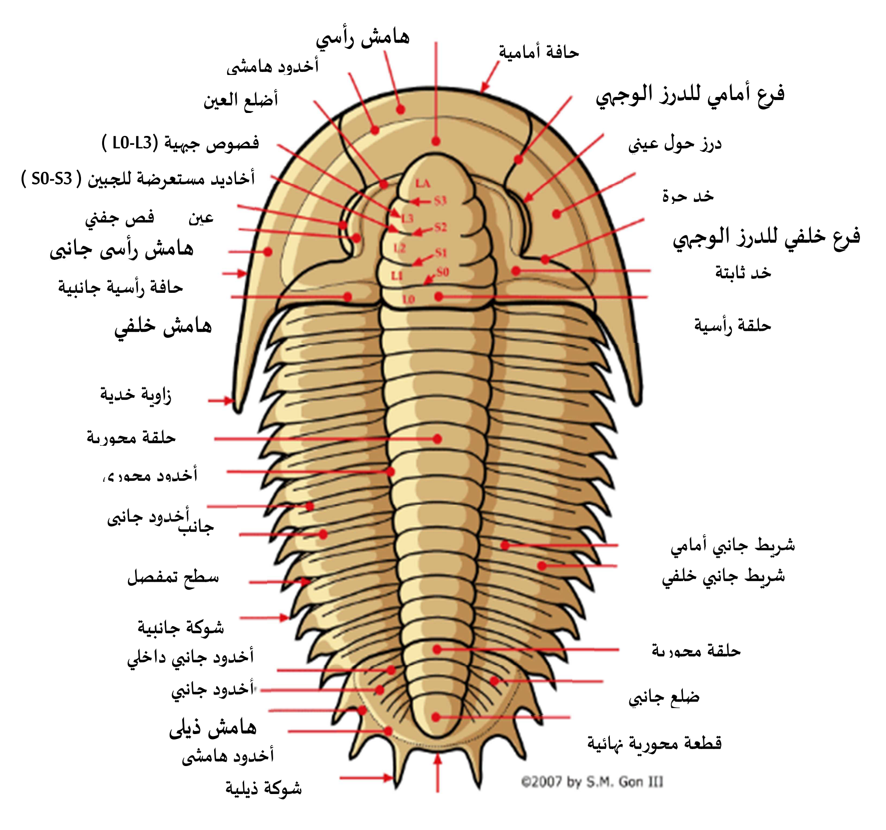
2. **الصّفات الخارجية**: يتميّز هيكل ثلاثيات الفصّوص بشكل بيضوي متطاول عموما، يتراوح طوله من 2 إلى 10 سم وقد يصل إلى 75 سم في آخر مرحلة تطورية.

تبدي أفراد ثلاثيات الفصوص تنوعاً كبياًر في الأشكال، لكن المناطق الثّلاثة (الرأس والصّدر والمؤخّرة) فهي دائما موجودة لكن بتطوّر متغيّر.

2.1.المورفولوجيا الظهرية لثلاثيات الفصوص: التركيبة الظهرية لثلاثي الفصوص هي الأجزاء التي حفظت بشكل نموذجي وهذا راجع لكون الهيكل الخارجي من الناحية الظهرية سميك ويحتوي على معدن الكالسيت الذي يسهل الحفظ. لهذا فإن الخصائص الظهرية هي المستعملة غالبا في تصنيف ثلاثيات الفصوص (الشكل 56).

مدخل لعلم المستحاثات التّطبيقي

مجال ما قبل الجبين

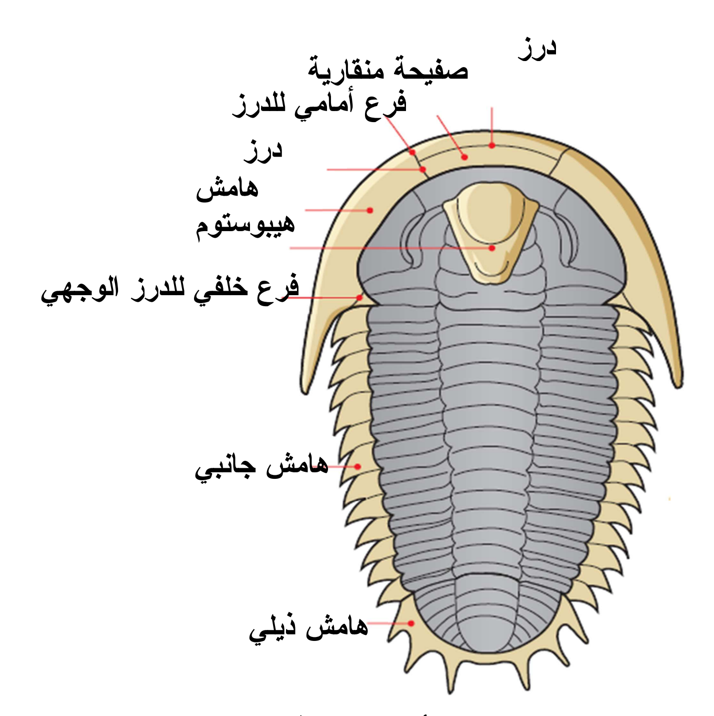


حافة خلفية

الشكل 56: رسم تخطيطي للأجزاء المكونة لهيكل ثلاثي فصوص من الناحية الظهرية[7].

2.2 **المورفولوجيا البطنية لثلاثيات الفصوص**: الاجزاء البطنية مثل الأرجل وقرون الاستشعار لا تحفظ بشكل جيد في المستحاثات على عكس الاجزاء الظهرية وعليه فأهم ما يحفظ هو:

- ✓ الهامش الرأسي (استطالة بطنية للهيكل الظهري)؛
- ✓ الصفيحة المنقارية rostral plate أو (rostrum): وهو جزء من الهامش الرأسي يكون منفصل عن مقدمة الرأس بواسطة دروز.
- ✓ الهيبوستوم hypostome: جزء فموي صلب (في بعض الأحيان يكون متصل مع الصفيحة المنقارية وأحيانا يكون حراً).



الشكل 57: رسم تخطيطي للأجزاء المكونة لهيكل ثلاثي فصوص من الناحية البطنية (اللون الرمادي الغامق يوضح التجويف الداخلي للهيكل الظهري وفي هذه الحالة الهيبوستوم يكون منفصلاً عن الصفيحة المنقارية).

3. **الرأس** **(Le céphalon)**: يعتبر الرأس أهم ميزة تم الاعتماد عليها للتمييز بين أنواع ثلاثيات الفصوص وهو درع واق، له شكل متنوع جدا. يكون على العموم نصف دائري أو مثلث أو بيضاوي ويتمفصل مع الصّدر بهامش خلفي مستقيم. يمكن ملاحظة في المنظر الظهري للحيوان. يحمل الرأس الأعين والأجزاء الفموية والأعضاء الحسية مثل قرون الاستشعار ويضم الدّماغ، الأعضاء الماضغة والهيبوستوم بطنيا، له 5 أشفاع من اللواحق. (الشكل 56) [7].

1.3. **الجبين** (Le glabelle): وهو انتفاخ محوري يقع في وسط الرأس يمكن أن يكون أملسا أو مزودا بأخاديد مستعرضة (Sillons transversaux) تتحد في الأمام لتعطي أخدود ما قبل الجبين (Preglabellaire).

قد يأخذ الجبين احد الأشكال الثّلاثة التّالية: 1- مستدير أو كروي (وهو الشكل المألوف) أو 2- حاد (ضيق نحو الأمام) أو 3- مستعرض نحو الأمام.

2.3. **الخدان** **(Les joues)**: وهما يقعان على جانبي الجبين وينفصلان عنه بأخدودين محوريين .(Sillons dorsaux)

يحمل **الرأس** في معظم ثلاثيات الفصوص في كل جانب درزا طوليا يدعى الدرز الوجهي (La suture faciale). حيث يقسم الرأس إلى ثلاث مناطق **الكرانيديوم** **(Craniduim)** وهو يتألف من الجبين و الخدين الثابتين.

الخدان المتحرّكان (Les Joues mobiles) شكلهما وحجمهما يحددهما الدرز الوجهي يحملان العينين و يتخذان مكان متغير (الشكل 56) .

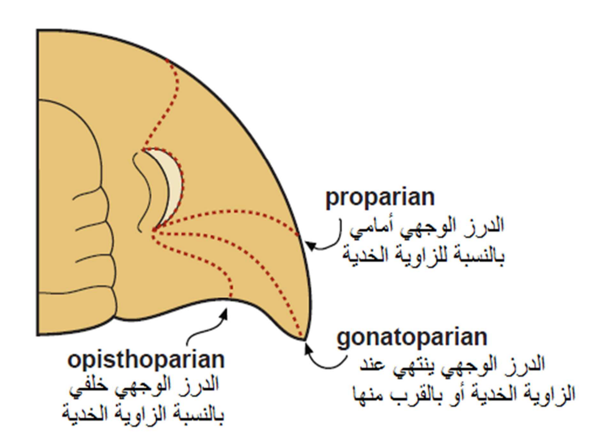
الشكل 56: يمثل أجزاء الرأس في ثلاثيات الفصوص

3.3. **الدرز الوجهي (Suture Faciale)**: يختلف شكل الدرز الوجهي حسب المجموعات ويعتبر صفة هامة في التصنيف حيث نميز ثلاث أنماط

3.3.1. **النمط الأبيستوباري (Type Opisthoparié)** يبدأ الدرز الوجهي من الهامش الخلفي للرأس من الناحية الخلفية للزاوية الخدية (الشكل 57).

3.3.2. **النمط غوناتوباري (Type Gonathoparié)** يبدأ الدرز من الزاوية الخدية (الشكل 57).

3.3.3. **النمط البروباري (Type Proparié)** يبدأ من الهامش الجانبي للرأس أمام الزاوية الخدية (الشكل 57).

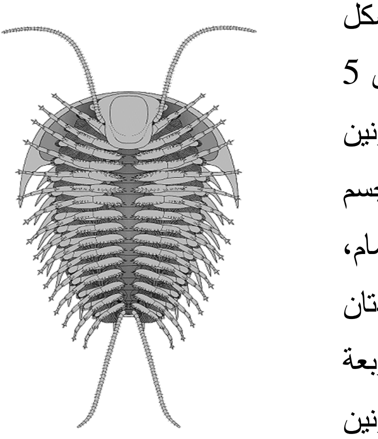


الشكل 57: يمثل أنماط الدرز الوجهي في ثلاثيات الفصوص

3. **الصدر** (**Le thorax**): يتكون الصدر من قطع متحركة ومتمفصلة عددها يختلف من 2 إلى 44 قطعة (Somite). تنقسم كل قطعة إلى قسم متوسط أو محوري (Le rachis) و إلى قسمين جانبيين (Pleuvre).

4. **المؤخرة** (**Le pygiduim**): تتألف المخرة من عدد من القطع يتراوح عددها من 1 إلى 30 قطعة غالبا ما تكون متحدة و غير قابلة لحركة.

5. **اللواحق** (**Les appendices**): كل قطعة من جسم الحيوان مجهزة بشفع من اللواحق البطنية وهي نادرا ما تحفظ على شكل مستحاثات.. يوجد على الوجه البطني للرأس 5 أشفاع من اللواحق، يمثل الشفع الأوّل قرنين طويلين وهما وحيدا التشعب يتصلان بالجسم على جانبي الهيبوستوم ويتجهان نحو الأمام، ويظهر أنّ القرنين هما اللاحقتان الوحيدتان اللتان تقعان أمام الفم، أما الأشفاع الأربعة المتبقية فهي ثنائية التشعب تتمثل في: قرنين قصيرين وفكّين وشفعين من الفكيكات.

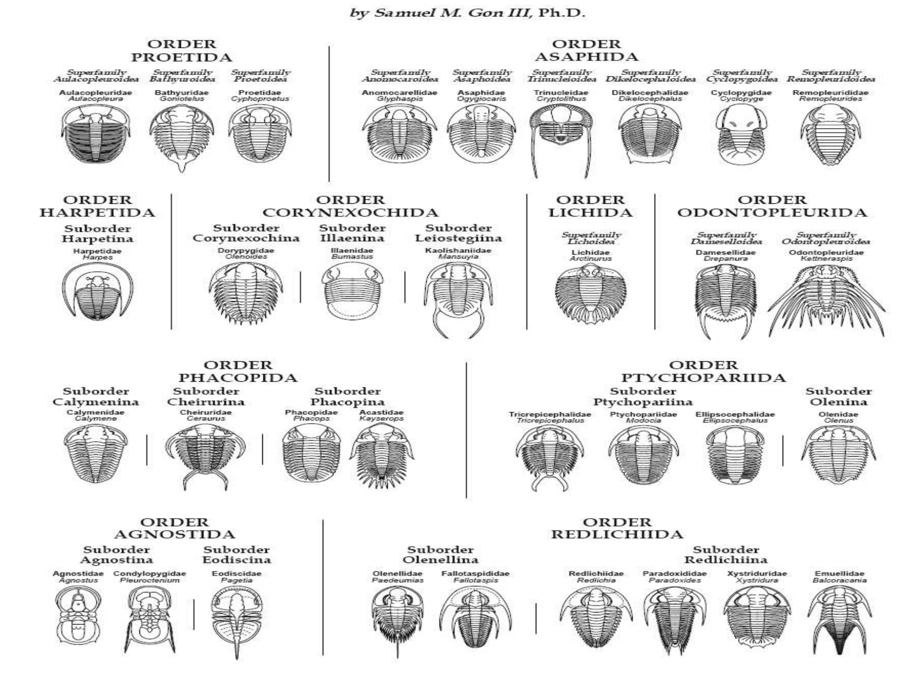


الشكل : 58: رسم يوضح الجهة البطنية أين تتصل

تتميز لواحق الصدر بطولها في الناحية الأمامية وتبدأ تقصر في الخلف. كل لاحقة مؤلفة من رجيلة خارجية أو ظهرية تستعمل للتنفس والسباحة ومن رجيلة داخلية تستعمل في الحركة (الشكل 58).

6. **تصنيف ثلاثيات الفصوص**: يعتمد تصنيف ثلاثيات الفصوص بصورة رئيسية على نمط الدرز الوجهي وعدد قطع الصدر بالإضافة إلى شكل وأقسام الرأس وشكل العيون. يصل عدد أفراد ثلاثيات الفصّوص المعروفة لحد الآن 5000 جنس ممثلة بعشرة رتب (الشكل 59).

نتطرق في هذه الدراسة لثلاثة أجناس فقط وهم Phacops و Calymene و Paradoxides.

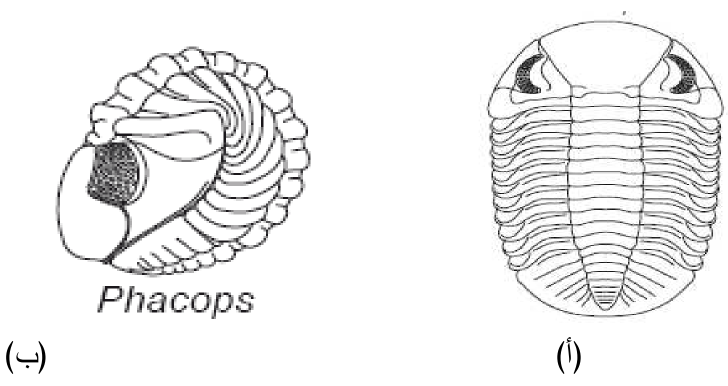


الشكل 59: تصنيف ثلاثيات الفصوص حسب م. سموئل (2009)

1.6. **رتبة فاكوبيدا** (Ordre des Phacopida): كل أنماط الدرز الوجهي موجودة وقد يكون مفقودا في بعض الأجناس. يختلف شكل الجبين اختلافا كبيرا، فقد يكون متسعا نحو الأمام كما في الجنس فاكوبس أو ضيقا كما في الجنس كاليمان. تظهر الأخاديد المستعرضة واضحة في بعض الأجناس. يتألف الصدر من 8 –19 قطعة صدرية. يكون البيجيديوم في معظم أفرادها كبير الحجم.

1.1.6. الجنس فاكوبس (Phacops) من فصيلة فاكوبيده (Phacopoidea)

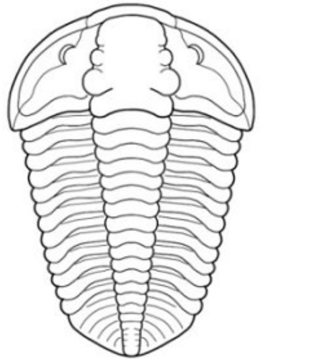
الهيكل بيضاوي ذو محيط كامل لا يحوي نتوءات شوكية. الرأس نصف دائري ينتهي من الجانبين بزاوية خدية مستديرة الجبين بارز يتسع نحو الأمام ويحمل حبيبات. العيون كبيرة بصورة عامة. يتألف الصدر من 11 قطعة منفصلة بأخاديد. البيجيديوم مستدير نصف دائري وقصير. يمكن أن يكون الحيوان متطاول (الشكل 60 أ). أو مدور حول نفسه (enroulé) (الشكل 60 ب). ظهر فاكوبس في السيلوري وانقرض في الديفوني.



الشكل 60: الجنس فاكوبس Phacops (أ) متطاول (ب) ملتف

2.1.6. الجنس كاليمان (Calymene) من فصيلة كاليمنيده (Calymenidea):

هيكل متطاول ذو رأس نصف دائري تقريبا. الزاويتان الخديتان مدورتان غالبا وقد تكون حادتين. الجبين محدب أكثر عرضا في الخلف يحمل ثلاثة أشفاع من الأخاديد الواضحة تفصل ثلاثة أشفاع من الفصوص



الشكل 61 : الجنس كاليمان

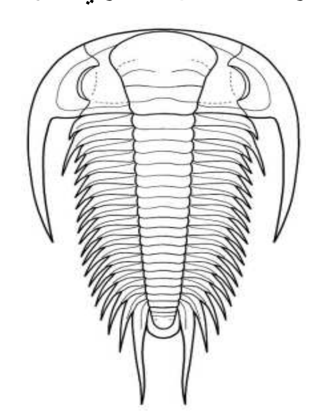
الكروية الجانبية. العيون صغيرة وبارزة. يتألف الصدر من 13 قطعة أقسامها المركزية بارزة محدبة أما أقسامها الجانبية فتكون مفصولة بأخدودين واضحين. يمكن أن يكون الحيوان متطاول (الشكل 61). أو مدور حول نفسه (enroulé). عاش كالمان من السيلوري الى الديفوني [7].

2.6. رتبة ردليكييئدا (Ordre des Redlichiida)

تتميز أفراد هذه الرتبة برأس نصف دائري كبير نسبيا مزود عادة بشوكتين خديتين طويلتين. يتألف الصدر من عدد كبير من القطع بينما يكون البيجيديوم صغيرا أو ضامرا. يكون الدرز الوجهي من النمط الأوبيستوبارى أو غير واضح. تظهر في الجبين أخاديد مستعرضة واضحة والعيون كبيرة هلالية الشكل.

1.2.6. الجنس بارادوكسيدس (Paradoxides) من فصيلة بارادوكسيديده (Paradoxididae)

جسم متطاول اجاصي الشكل والرأس نصف دائري. يتميز بوجود شويكتين خديتين طويلتين غالبا ما ينكسران خلال الاستحاثة. الجبين يزداد عرضا نحو الأمام حتى يصل إلى الحافة الأمامية. العيون متوسطة الحجم هلالية الشكل تقريبا. يتألف الصدر من 16 –21 قطعة. البجيديوم صغير مؤلف من عدد قليل من القطع ينتهي بقطعة صفيحية (الشكل 62) يميز هذا الجنس الكمبري الأوسط.



الشكل62: الجنس بارادوكسيدس Paradoxides

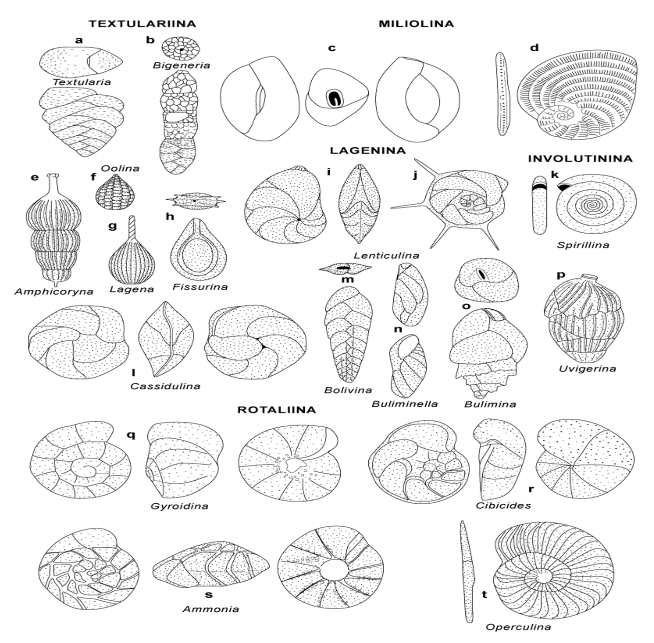
الحصة السابعة: شعبة المنخربات

Embranchement des Foraminifères

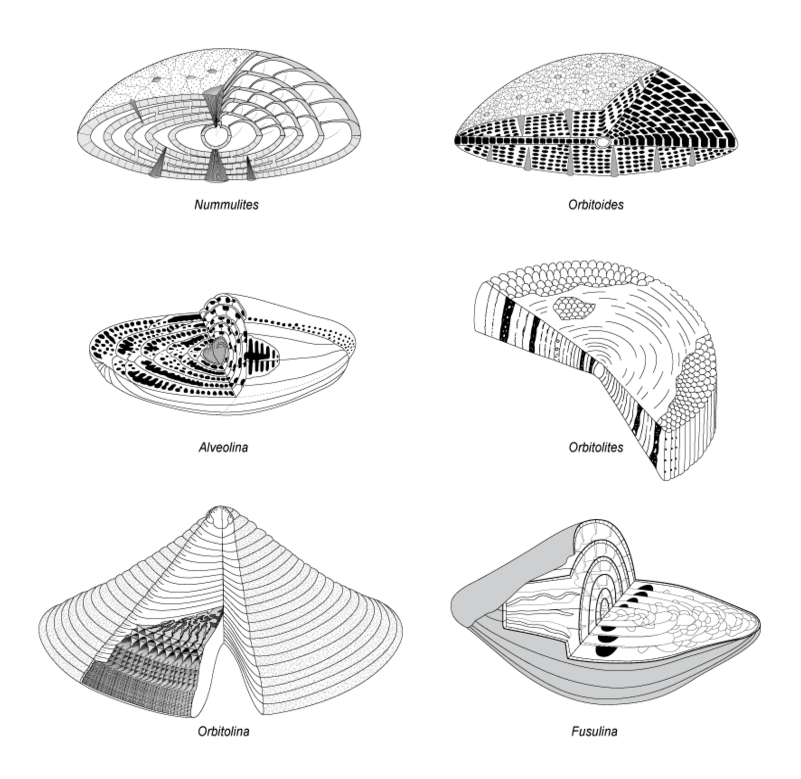
1. تعريف: المنخربات عضيّات حيوانية وحيدة الخلية (مجهرية), متوسط قطرها ما بين 0.1-1مم، البعض منها تعتبر عملاقة قد يصل قطرها إلى 100مم. تعيش المنخربات في البحار والبحيرات المالحة وكذا في المحيطات مشكّلة البلانكتون (Plancton océanique) , نميز :

- الأشكال المثبتة (القعرية) تعيش في القاع، إما على السطح أو مغمورة في الرسوبيات (Endofaune). البعض منها يرتكز على دعائم (نباتية صخرية أو جزيئات عالقة) (Epifaune) (الشكل1-2).

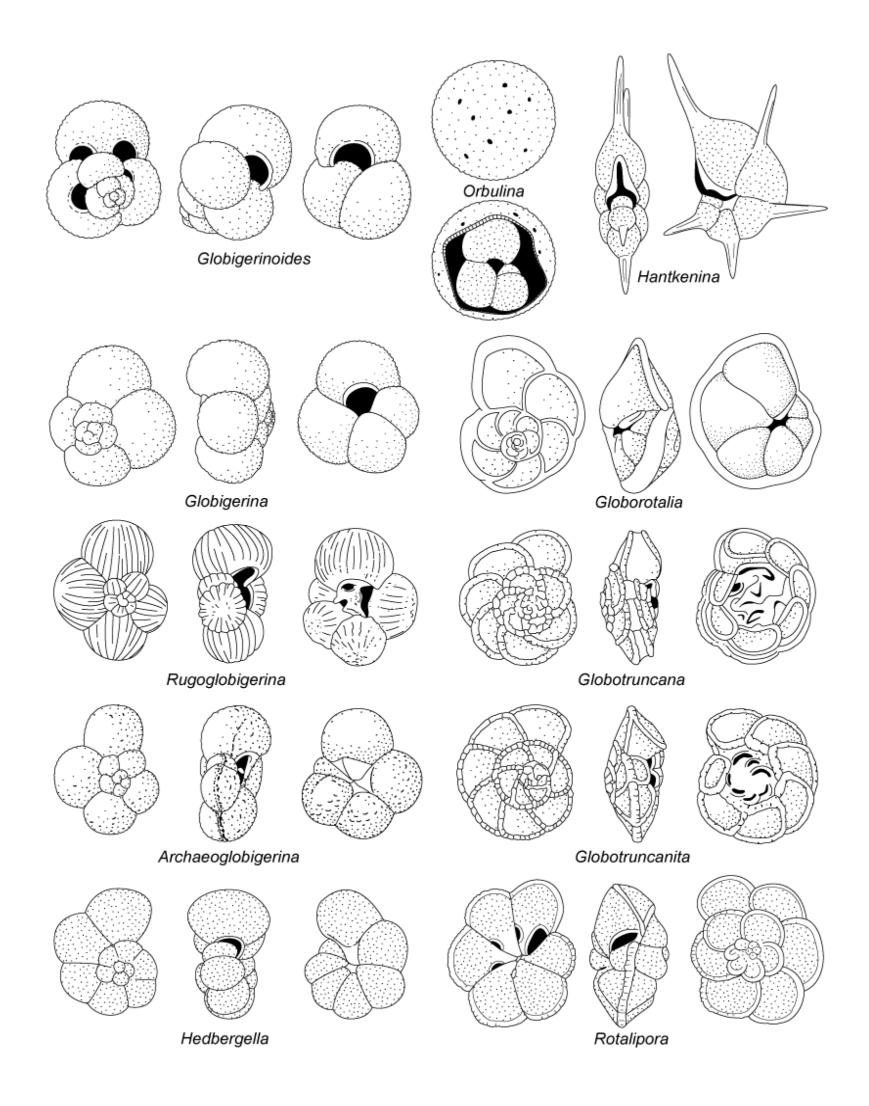
- الأشكال المعلقة التي تجذب سلبيا بالتيارات، يبدو أنها تقوم بانتقالات عمودية (الشكل3)



الشكل1: بعض المنخربات القعرية الصغيرة (متوسط حجمها يقارب 1/2 سم)



الشكل2: بعض المنخربات القعرية الكبيرة (متوسط حجمها 1 سم)



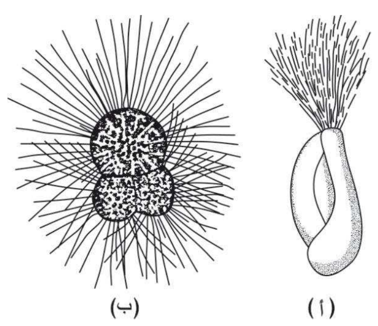
الشكل3: بعض المنخربات المعلقة (متوسط حجمها 1/2 ملم)

(اللون العاتم يمثل الفتحة : وحيدة أو متعددة)

2. **بنية الحيوان**: يتألف الحيوان من خلية واحدة تمثل الكتلة الحشوية وتنقسم إلى سيتوبلازما داخلية وسيتوبلازما خارجية.

السيتوبلازما الداخلية: تحوي على نواة أو أكثر وتقوم بوظيفة الغذاء وطرح الفضلات والتكاثر وقد تكون ملونة (أصفر، أخضر، وردي أو أحمر).

السيتوبلازما الخارجية: تتكثّف في الأشكال ذات الفتحة الواحدة على شكل سدّادة فموية، بينما تتوزع حسب الفتحات والثّقوب في الأشكال ذات الهياكل المثقّبة. تفرز السيتوبلازما الخارجية الهيكل وتغطيه على شكل طبقة خارجية يصدر عنها استطالات شبكية طويلة (الأرجل الزائفة). (الشكل 4) .



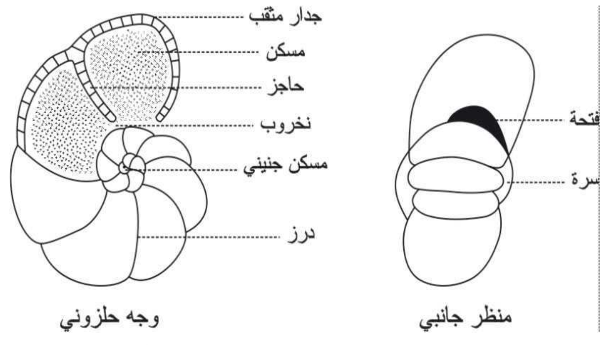
الشكل4: الأرجل الزائفة في المنخربات
(أ) حالة وجود فتحة واحدة،
(ب) حالة وجود ثقوب على الهيكل بالإضافة إلى الفتحة

3. **الهيكل**: يشكل الهيكل عند المنخربات أهم جزء, حيث بتنوّعه (الشكل والحجم) أعطى لهذه الكائنات المجهرية أهمّية قصوى, حيث جعل من المنخربات المستحاثية والحالية الكائنات الأولية التي تملك أكبر عدد من الأنواع (30000 نوع). يتألف الهيكل عند المنخربات من قوقعة مؤلّفة من مسكن واحد في الأشكال الأحادية المسكن (Les formes uniculaires) أو مؤلّفة من عدّة مساكن في الأشكال المتعددة المساكن (Les formes multiculaires). (الشكل5).

4. **عناصر الهيكل**: المسكن: هو الوحدة المضافة للهيكل قبل تكونه في أثناء مرحلة النمو.

الأشكال الأحادية يتألف هيكل المنخربات في الأشكال الأحادية من مسكن وحيد يكون عموما بسيط كروي حوجلي أنبوبي أو متطاول (الشكل6).

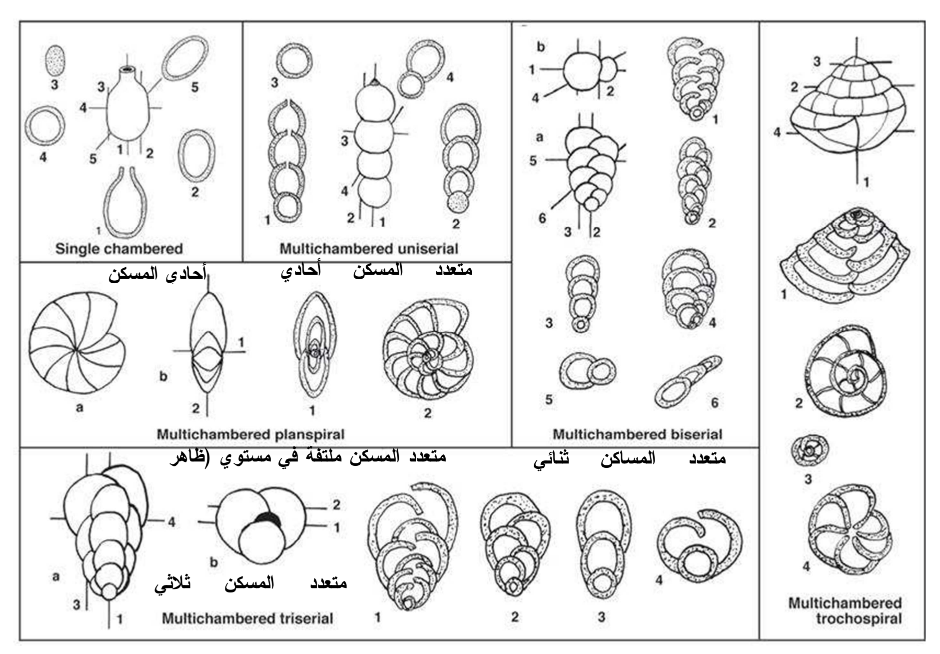
الأشكال متعددة المساكن هذه الأخيرة تبتدئ بمسكن جنيني les prolocus يتّصل مع المسكن الذي يليه بواسطة فتحة بسيطة أو ثقب يدعى النخروب foramen هو الذي أعطى اسم لمجموعة المنخربات أو foraminifère، أمّا الفتحة الأخيرة



الشكل7: عناصر الهيكل البنيوية

التي يتم عبرها اتصال السيتوبلازما بالوسط الخارجي فتسمى الفتحة aperture تنفصل المساكن عن بعضها البعض بحواجز septa، وتسمى آثار اتصال الحواجز مع السطح الخارجي بالدروز (الشكل7).

بعد تشكّل المسكن الأوّلي تتشكّل المساكن الموالية بصفة دورية وقد تأخذ أشكالا متنوّعة كروية، نصف كروية، بيضاوية، أنبوبية أو مخروطية. كما أنّ ترتيب المساكن قد يكون أحادي السلسلة، ثنائي السلسلة أو ثلاثي السلسلة. قد تكون المساكن ملتفّة في مستوى حول محور حيث يكون الإلتفاف ظاهر نرى فيه كل المساكن Evolute أو خفيا نرى فيه فقط التفاف الدورة الأخيرة Involute كما هناك أشكال ملتفة حول نقطة (هي المستوى) تشمل النمطين (خفي أو ظاهر) (الشكل8) .



متعدد المسكن إلتفاف حلزوني حول

الشكل8: يمثل مختلف ترتيب المساكن

5. **الفتحة**: هامّة جدا في التبادلات الفيزيولوجية، تظهر تنوّعا كبيرا في اشكالها وتوضعاتها. الفتحة الرئيسية يمكن أن تكون بسيطة دائرية على شكل شق هلالية شعاعية أو متعرجة، أحيانا في قمة العنق محفوفة بشفة ملساء أو مسننة أو مغلفة جزئيا بمواد كلسية. يمكن أن تكون الفتحة مقسّمة إلى عدّة فتحات صغيرة متوضّعة في خط أو غير مرتبة. (وضعيتها متغيرة) يمكن أن تكون قاعدية، نهائية، درزية, محيطية وسطية، سرّية أو حلزونية.

في بعض الأشكال المعلقة التي تعيش في الأوساط العاتمة (غير صافية)، يوجد فتحات إضافية موزّعة على الدروز. تظهر بعض الأشكال القعرية بنية مجزأّة مربوطة في الجهة الداخلية للفتحة، تسمّى حافة مسنّنة (الشكل 3)

6. **الزّخرفة**: يكون السطح الخارجي في معظم المنخربات وخاصة تلك ذات الهياكل الملزنة أملسا خاليا من الزخارف. أما في الهياكل الكلسية تظهر الزخارف على شكل خطوط ناعمة أو أضلاع بسيطة أومزودة بعقد أو أشواك أو حبيبات (الشكل 1-2 و3).

7. **تصنيف المنخربات**: اعتمادا على التصنيف الجديد Mikhalevich and debenay 2001mikhalevich 2004 ولأنّه يعتمد على التركيب الكيميائي للهيكل فإنّ المنخربات تعتبر شعبة وهي تتقسم إلى خمس طوائف وعشر تحت طوائف (الشكل 10) وهي:

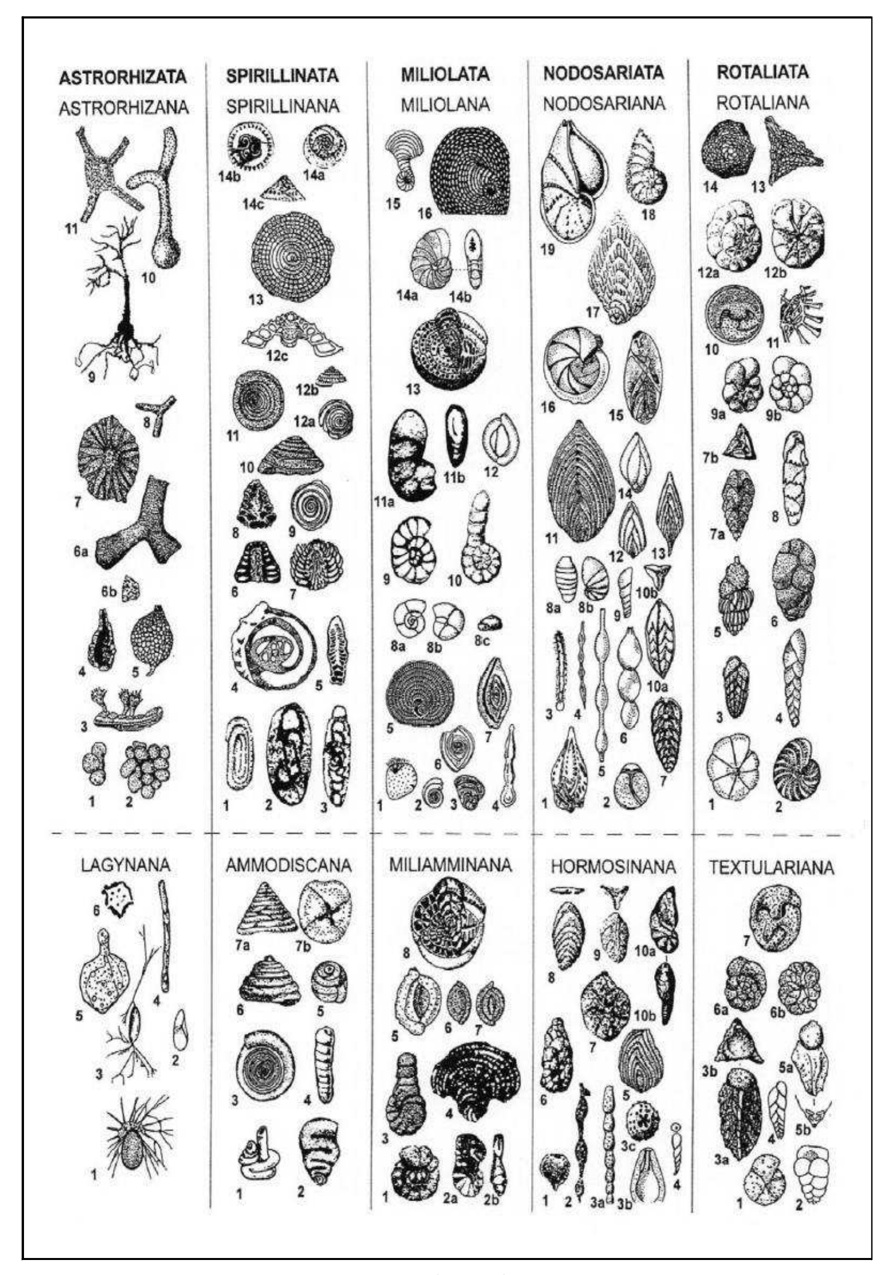
I– Astrorhizata الهيكل بدائي وحيد المسكن بعضها يظهر بشكل متعدد المساكن كاذب عندما يكون ملتف المساكن غير منتظمة وذات هيكل ملزن أو ميكروحبيبي الجدار في أغلب الأحيان كبير وثخين، ذا فتحة بسيطة أو أحيانا غير نامية.

II– Spirillinata الهيكل متعدد المساكن كاذب و الحجرة الثانية ذات شكل مسطح متطاول أو تتطور عنها عدة مساكن مع الحفاظ على الحجر المسطحة الأولية.

III– Miliolata الهيكل متعدد المساكن مسطح عادة، مساكنه عادة ملتفة في أكثر من مستوي (عادة إثنان و نادرا ثلاثة). الفتحة في نهاية المسكن قد تكون بسيطة أو معقدة بسن داخلية أو بنية خاصة.

VI– Nodosariata الهيكل متعدد المساكن متطاول، ذات محور واحد أحادية، ثنائية أو ثنائية السلسلة. نادرا ملتفة في مستوى أو حول محور. فتحة نهائية حتى في الأشكال الملفوفة، بسيطة أو معقدة: شعاعية، شقية.

V– Rotaliata الهيكل متعدد المساكن ملتف في مستوى أو حلزونيا أو مشتق منهما، الفتحة ذات ثقب واحد أو متعدد. تشمل الهياكل الكلسية والملزنة.



الشكل10: الطوائف الخمسة لشعبة المنخربات وتحت طوائفها العشرة

(حسب Mikhalevich et al 2004)

8. **دراسة بعض اجناس المنخربات**: سنعرض بعض الأشكال حسب أنماط المساكن من البسيط الى المعقد(الشكل 11).

1.8**الجنس Lagena**: هيكل كلسي كروي أو حوجلي حر الشكل، يتألف من مسكن واحد. الفتحة منفردة مستديرة الشكل غالبا ما تكون محمولة على عنق قصير الزخارف عبارة عن أضلع رفيعة، قدها 1.5مم.

طائفة: Nodosariata، **تحت طائفة:** Nodosariana، **رتبة:** Lagenida، **عائلة:** Lagenidae، **التوزع الستراتيغرافي:** الكريتاسي– العصر حاليا، **البيئة:** بحرية قاعية

2.8**الجنس Nodosaria**: هيكل كلسي حر متعدد المساكن أحادي السلسلة مستقيم المساكن كروية، قد تكون الدروز ضيقة بين المساكن، السطح مزخرف بأضلع طولية أو أملس والفتحة منفردة نهائية مشعة. قدها (4مم) (الشكل 11). يصل عدد الأنواع المعرفة لحد الآن إلى 1069 نوع.

طائفة: Nodosariata **تحت طائفة:** Nodosariana **رتبة:** Nodosariida **عائلة:** Nodosariidaee **التوزع الستراتيغرافي:** البرمي– حاليا، **البيئة:** بحرية قاعية

3.8الجنس Textularia: هيكل متعدد المساكن ملزن حر أو مثبت، المساكن الابتدائية ملتفة في مستوي تصبح ثنائية السلسلة في المراحل الكهلة، المساكن متعاقبة تفصلها دروز على شكل خط منكسر، الفتحة نهائية، قدها حوالي 2 مم (الشكل 1).

طائفة: Rotaliata، **تحت طائفة:** Textulariana، **رتبة:** Textulariida، **عائلة:** Textulariidae، **التوزع الستراتيغرافي:** الكاربوني– حاليا، **البيئة:** بحرية قاعية

4.8**الجنس Lenticulina**: الهيكل كلسي بورسولاني حر عدسي، المساكن ملتفة في مستوي قد يظهر التفاف حلزوني ضعيف وهي من نمط خفي. الدروز عريضة وواضحة،الجدار مصمت براق، الفتحة مشعة أو دائرية، قدها (1–2) مم (الشكل 11).

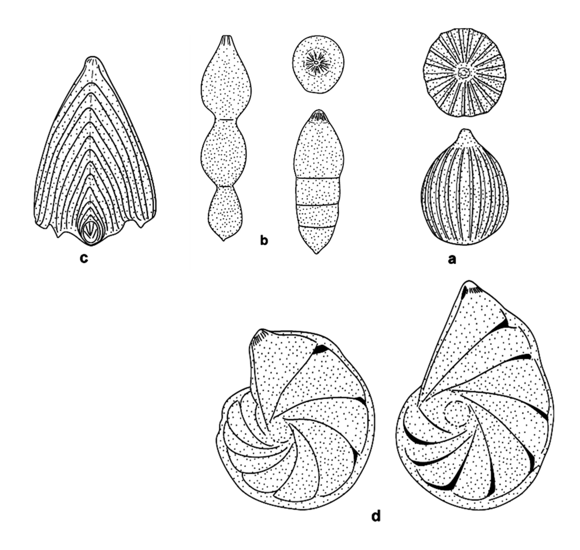
طائفة: Nodosariata، **تحت طائفة:** Nodosariana، **رتبة:** Vaginulinida،**عائلة:** Vaginulinidae،**التوزع الستراتيغرافي:** الجوراسي– حاليا، **البيئة** : بحرية قاعية

5.8.**الجنس Ammonia:** هيكل كلسي شفاف مثقب متعدد المساكن ملتف حلزونياً، تكبر المساكن بصفة تدريجية من المسكن الجنيني حتى المسكن الأخي الفتحة سرية في المسكن الأخير، قدها (1−2 مم)
(الشكل 11).

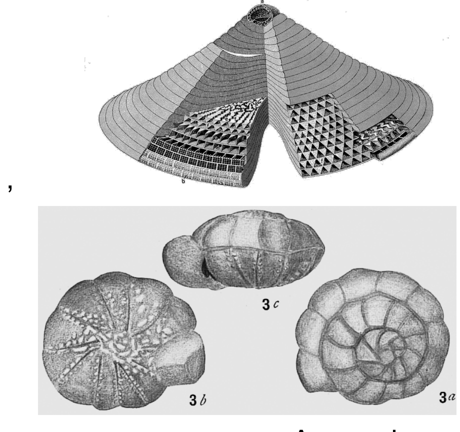
طائفة: Rotaliata، **تحت طائفة** Rotaliana، **رتبة** Rotaliida، **عائلة** Rotaliidae

التوزع الستراتيغرافي: باليوجان – حاليا، **البيئة** :بحرية معلقة.

6.8.الجنس Globegerina: القوقعة ذات شكل كروي إلى بيضوي كلسية و مثقوبة تلتف هذه الأخيرة بصورة حلزونية قصيرة و يزداد حجم المساكن بصورة مفاجئة في الدورة الأخيرة، الفتحة الرئيسية كبيرة نسبيا سرية، قدها أقل من 1مم. (الشكل3).



a–Lagena, b–Nodosaria, c–Neoflabelina, d– Lenticulina,



,

Orbitolina Ammonia

الشكل11: رسومات لمناظر خارجية لبعض الأجناس المدروسة

طائفة: Rotaliata، **تحت طائفة:** Rotaliana، **رتبة:** Globigerinida، **عائلة:** Globigerinidae، **التوزع الستراتيغرافي:** الباليوسان– حاليا، **البيئة:** بحرية معلقة.

7.8.الجنس Globotruncana: القوقعة كلسية ومثقوبة ذات شكل وردة ، تلتف هذه الأخيرة بصورة حلزونية قصيرة ويزداد حجم المساكن بصورة منتظمة، تتميز المساكن بوجود حرف، الفتحة الرئيسية كبيرة نسبيا سرية، قدها أقل من 1مم. (الشكل3).

طائفة: Rotaliata، **تحت طائفة:** Rotaliana، **رتبة:** Globotruncanida، **عائلة:** Globotruncanidae، **التوزع الستراتيغرافي:** الكريتاسي– حاليا، **البيئة:** بحرية معلقة

8.8.الجـنس Neoflabellina: الهيكل كلسي شفاف عريض له شكل ورقة نبـــات يكون لديه جانبان مسطحان و ينتهيان بحرف حاد، متعددة المساكن ، المساكن الأوليـــة ملتفة حلزونيا تصبح بعدها أحادية السلسلة. الدروز بارزة و ثخينة، قد يكـــون الســـطح الخارجي مزخرفا على شكل شبكة، قدها (1–2) مم.(الشكل 11).

طائفة: Nodosariata، **تحت طائفة:** Nodosariana، **رتبة:** Vaginulinida **عائلة:** Vaginulinidae، **التوزع الستراتيغرافي:** الكريتاسي الأعلى، **البيئة:** بحرية قاعية.

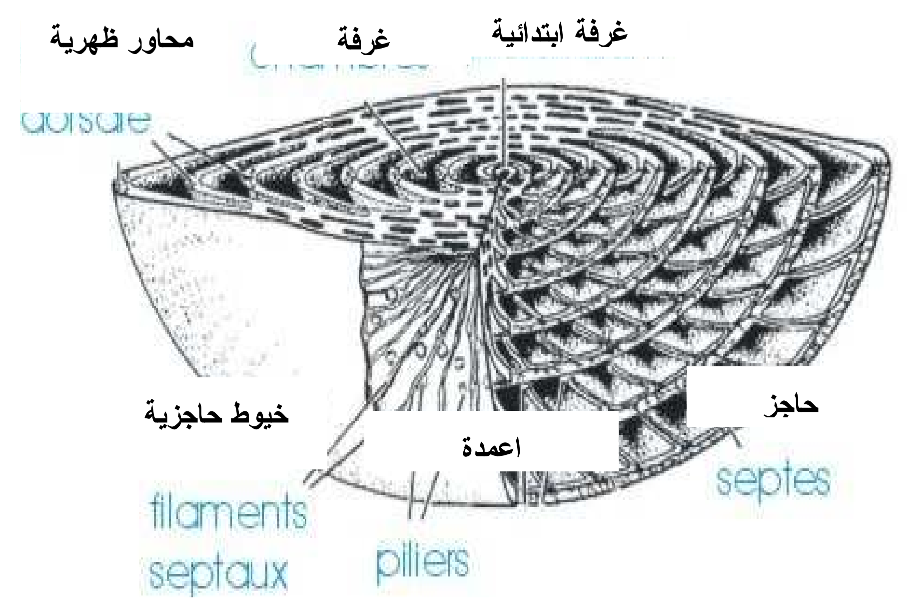
9.8 الجنس Nummulites: الهيكل عدسي الشكل ذو تناظر جانبي، يتألف من عدد كبير من الدورات ملتفة في مستوى. من نمط involute (خفي) الدورات مقسمة بحواجز (الشكل 12) والجدار كلسي مثقب. قد يصل متوسط قطر الهيكل إلى 3سم وقد وجدت بعض الأفراد العملاقة (10 سم).

طائفـــــة: Rotaliata، **تحـــت طائفـــــة:** Rotaliana،**رتبـــــة:** Rotaliida **عائلة:** Nummulitidae،**التوزع الستراتيغرافي:** الإيوســـان – الأوليقوســـان ،**البيئـــة:** بحرية قاعية.

10.8 الجنس Orbitolina: الهيكل مخروطي الشكل كبير الحجم نسبيا ذو بنية داخلية معقدة ، تكون المساكن الأولية ملتفة حلزونيا و تحتل رأس المخروط ثم تصبح قرصية بعدها حلقية في المراحل الكهلة. تتقسم المساكن إلى حجيرات بحواجز شعاعية ثانوية و ثالثية عمودية على المسكن تلتوي باتجاه مركزه. الجدار ملزن مؤلف من

حبيبات ناعمة جدا يجمعها ملاط كلسي أو من أكسيد الحديد. البيئة قاعيه (الكريتاسى الأسفل – الكريتاسي الأعلى) (الشكل 12).

طائفة: Rotaliata، **تحت طائفة:** Textulariana، **رتبة:** Textulariida، **عائلة:** Orbitolinidae، **التوزع الستراتيغرافي:** الكريتاسى الأسفل – الكريتاسي الأعلى **البيئة:** بحرية قاعية



الشكل 12: الجنس <u>Nummulites</u> في مقطعين: الأول محوري (وفق المحور الظهري) والثاني عرضي (وفق الحواجز)

9.المراجع

Bibliographie

1/- T. Saucède, e. Fara, p. Neige (2013) Travaux pratiques de paléontologie polycope , Université de Bourgogne Dijon.France, 42pp

2/- Alain Foucault, Jean-François Raoult, Fabrizio Cecca, Bernard Platevoet : (2014) Dictionnaire de Géologie, Edition Dunod, 416p

3/- http://coraux.univ-reunion.fr(3)

4/-Hervé Chaumeton & Didier Magnan (1999) : Les Fossiles, Edition Artémis

5/-Bouchet, P J-P Rocroi (2010) : Nomenclator of bivalve families with a classification of bivalve families By R.Bieler, J. G Carter Et E.V. Coan. Malacologia, 52 (2): 1-184.

6/-Anne De Vernal et J. Leduc (2000) : Notes de cours de paléontologie, Département des Sciences de la terre, Université du Québec à Montréal

7/- Babin Claude (1991) : Principes de Paléontologie, Paris, Armand Colin, p 451

8/-Christian C. Emig, Maria Aleksandra Bitner & Fernando Alvarez (2013): Phylum Brachiopoda, Zootaxa 3703 (1): 075–078.

9/- فؤاد العجل، (1986) : علم المستحاثات، ديوان المطبوعات الجامعية، الساحة المركزية بن عكنون، الجزائر 530 ص.

10/- بطاش أحمد وبن اعمر ناصر و زنير وليد (2011): إعداد دليل الأعمال التطبيقية لعلم المستحاثات، مذكرة لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي.المدرسة العليا للأساتذة القبة.

11/- قرشوش آمنة و قوادرة نفيسة (2014): دراسة تصنيفية لبعض أجناس المنخربات. مذكرة لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي.المدرسة العليا للأساتذة القبة.

12/- بن وطاس فطيمة و عليان إلهام (2016): دراسة تصنيفية لطائفة ثلاثيات الفصوص. مذكرة لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي. المدرسة العليا للأساتذة القبة.

الفصل الثالث

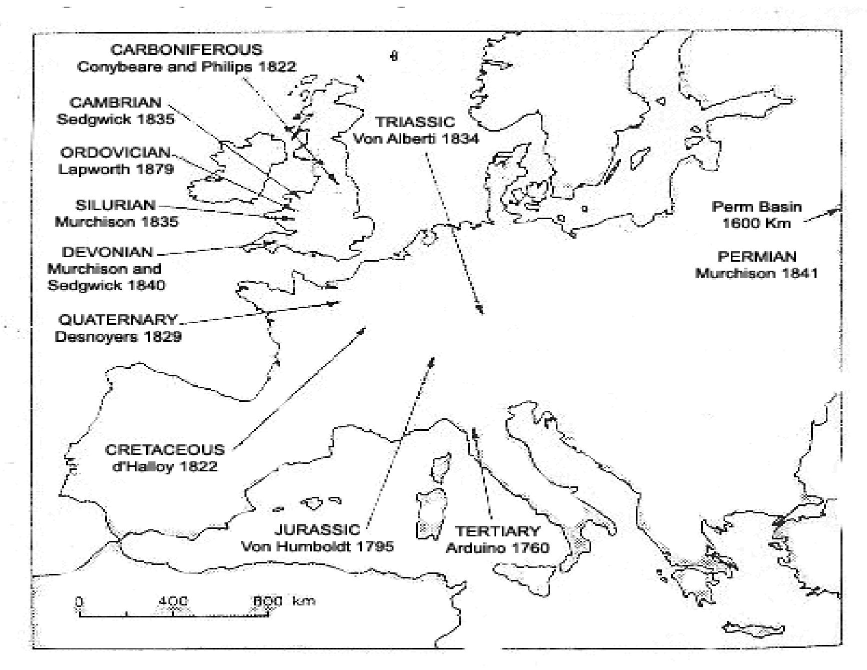
السّلم الزّمني السّتراتيغرافي ولمحة عن تطوّر الحياة عبر الزّمن الجيولوجيّ

1.**مقدمـة**: منذ وجود الانسان على الأرض وهو يحاول تفسير الظّواهر الجيولوجيـة التي يلاحظها مثل الزّلازل والبراكين، لكن بعضها الآخر مثل تشكُل الحفريات وتبلـور المعادن والصخور وتوضع الطبقات الرسوبية ثم تكشُفها وكذا تكون الجبـال وغيـرهم يصعُب شرحها. ولعلّ من اهم اسباب صعوبة شرح واستيعاب كيفيـات حـدوث هـذه الظواهر هو الزمن، حيث لا يمكن للإنسان ملاحظة التغييـرات البطيئـة جـدا التـي تستوجب زمناً طويلاً جدا لكي تحدث.

في سبيل ذلك حاول العديد من الباحثين الأوروبيين (يونانين وورومانين وفرنسيين وبريطانيين وغيرهم) منذ قرون اعطاء مفهوم للزّمن الجيولوجي، لكن الكثير منهم فشل في الوصول لفرضيات واضحة لأسباب عدّة، من ابرزها تضارب الافكار العلمية مع الاعتقادات الدّينية. لكن في مطلع القرن الثّامن عشر، واستنادا لعلم الطّبقية وعلم المستحاثات، توصّل الباحثون الى أنّ توضع الرّسوبيات فوق بعضها، ثمّ تحجُرها لتشكيل عشرات الأمتار من الطّبقات الرّسوبية بما تحتويه من مستحاثات، ثمّ تكشُفها على سطح االأرض يستلزم زمناً طويلاً جدا، قدره حينها العلماء نسبيا بملايين السّنين.

مع تطوّر مبادئ علم الطّبقية (مبدأ التّنضيد ومبدأ الاستمرارية ومبدأ التّماثل المستحاثي) والتّقدم الكبير الذي شهده علم المستحاثات، تمكّن الباحثون من ترتيب بعض الأحداث الجيولوجية وفقا لرزنامة زمنيّة نسبية مرجعها الأساسي هو تاريخ ظهور الحياة على الأرض (ربما بالموازاة مع رزنامة ميلاد عيسى عليه السّلام).

2.**السّلم الزّمني الطّبقي**: من خلال دراسته الدّقيقة للطّبقات الرّسوبية المتتالية في جبال الألب، اقترح الجيولوجي الإيطالي جيوفاني أردينو (Giovanni Arduino, 1714–1795) في سنة 1760م تقسيم التشكيلات الجيولوجية الألبية الى أربع مراتب زمنية (Ordre) وهي: الأولي (القديم)، الثاني (المتوسط) الثّالث (الحديث) والرّابع [1]. قام المؤلفون بمقارنتها مع تشكيلات جيولوجية أخرى (مكونة أساسا من صخور رسوبية) في عدّة أنحاء من أوروبا الغربية والجنوبية (دامت البحوث لأكّثر من 140 سنة) حتى توصّلوا الى تحديد الأدّوار المكافئة لكلّ فترة زمنية عرفها أردينو جيوفاني (الشّكل 1) [2]، وهو ما يُعرف بالتّأريخ النّسبي (أي نسبة للحفريات) (الجدول رقم1).



الشكل 1: خريطة اوروبا الجنوبية والغربية تُظهر المواقع الجغرافية التي تم فيها تعريف مختلف الادوار الجيولوجية الزمنية التي استخدمت في وضع السلم الزمني النسبي [2]

3.**التزمين النسبي**: يعتمّد التّزمين النّسبي على دراسة تسلسل الطّبقات الرّسوبية (علم الطّبقية la stratigraphie) والحفريات المتواجدة. وتمّ اصدار أوّل سلم زمني نسبي على هيّأة جدول في سنة 1942م. الذي يُقسم تاريخ الأرض الى دهرين وهما دهر الحياة الظّاهرة الذي يبدأ مع الانفجار الكبير للحياة ودهر الحياة الخفيّة (ما قبل الكمبري).

الدور	اسم المؤلف وتاريخ تمييز الدور	اسم الدور بالفرنسة
النيوجان الرابعي	Desnoyers 1829 Reboul 1833	Néogène Quaternaire
البليستوسان	Charles Lyell 1933	Pléistocène
البليوسان	Charles Lyell 1933	Pliocène
الميوسان	Charles Lyell 1933	Miocène
الباليوجان اوليغوسان	H. Von Beyrich	Paléogène Oligocène
ايوسان	Charles Lyell 1933	Eocène
باليوسان	W.P. Schimper 1874	Paléo éocène
الكريتاسي	Omalius d'Holloy 1822	Crétacé
الجوراسي	Alexander Von Humboldt 1795	Jurassique
الترياسي	F. Von Alberti 1834	Trias
البرمي	Murchison 1841	Permien
الكربوني	Consenssus 1822	Carbonifère
الديفوني	Murchison et Sedgewich 1840	Dévonien
السيلوري	Sedgewich et Murchison 1835	Silurien
الاوردوفيسي	Charles Lapworth 1902	Ordovicien
الكمبري	Sedgewich et Murchison 1835	Cambrien
ما قبل الكمبري		Précambrien

الجدول رقم 1: تاريخ تعريف الأدوار الجيولوجية مع اسماء الباحثين

4.**التزمين المطلق:** في نهاية القرن التّاسع عشر، بدأ مفهوم التّزمين المطلّق مع اكتشاف إشعاع أملاح اليورانيوم من طرف الكيميائي هنري بيكيريل (Henri Becquerel, 1852–1908). في عامّ 1896م. ثمّ قام الزّوج ماري وبيار كوري (Marie, 1867–1934 et Pierre Curie, 1858–1906) بعزل الرّاديوم وإبراز النشاط الإشعاعي، حيث يكتشف بيار كوري أن شدة الإشعاع تتناقص بشكل كبير بمرور الوقت.

خلال محاضرته الشّهيرة في جامعة هارفارد، اقترح إرنست رذرفورد (1871–1937Ernest Rutherford) أنّه يمكن استخدام نسب اليورانيوم/الهيليوم واليورانيوم/الرصاص لحساب عمر الصخور.

كان آرثر هولمز (Arthur Holmes, 1890–1965) أوّل من نشر أعمارا مطلقة للصّخور في عامّ 1911م باستخدام طريقة اليورانيوم/الرصاص، استنادًا بشكل أساسي إلى القياسات التي أجراها قبل بضع سنوات الأمريكي برنار بولتوود (Bernard Boltwood, 1870–1927). والتي أعطت أعمارا تتراوح بين 340 و1640 مليون سنة. وهو ما أُعتبر ثورة حقيقية آنذاك مقارنة مع الأعمار التي اقترحها الجيولوجيون من قبل والتي لم تكن تتعدى بضع ملايين من السّنين. تجدر الإشارة أنّ الأعمار التي قدمها هؤلاء الرّواد كانت بنسبة 20% صحيحة من الأعمار الفعليّة التي طوّرها الباحثون لاحقا.

يستند التزمين المُطلق على تخصّص الجيوكيمياء الذي يستعمل مبادئ الانشطار الطّبيعي لبعض العناصر الكيميائية الطّبيعية والتي تُسمى بالعناصر المشعة. توجد هذه العناصر بكميّات كافية في بعض المعادن مثل الزّركون والاباتيت والمونازيت وغيّرهم، من أهمّ العناصر المُشعة، اليورانيوم، الراديوم، التوريوم ونظائر البوتاسيوم.

تتميّز النّظائر المشعة بخاصيّة هامّة، بالاضافة الى انتاج طاقة اثناء التّفكك فإنّها تُولد عناصر أخرى. فمثلا اليورانيوم U^{238} يُولد الرّصاص Pb^{206} اثناء الانشطار.

يستطيع الجيوكيمائيون تمييّز النّشاط الإشعاعي لعنصر ما، من خلال زمن نصف حياته، الذي يُدعى فترة النّشاط الإشعاعي، وهو الزّمن الذي تتفكّك خلاله نصف أنوية العناصر، بحيث تصّل مثلا فترة الإشعاع لدى عنصر اليورانيوم حتى 248000 سنة (U^{238}/U^{234}).

يتمّ هذا التفكّك وفقًا لقانون Rutherford–Soddy. الذي ينصّ على أن (بالنسبة لعدد من الذّرات المشعة الأصلية P ، فإنّ عددّ الذّرات التي تتحلّل لكلّ وحدة زمنية dt يتناسب مع عدد الذّرات الموجودة في الوقت **t**) هذه العناصر المشعة وغير المستقرة لها معدّلات تفكك ثابتة لتعطي عناصر أو نظائر أخرى، ويكون هذا التفكّك مصحوباً بانتشار جزيئات (α أوβ) أو إشعاعات (x أوγ).

هناك نظائر تتفكّك خلال مرحلة واحدة معطية نواتج مستقرة تسمى النّواتج الأبناء (مثل الكربون المشعّ) بينما تمر نظائر أخرى بعدة مراحل قبل تشكيل النّظير المستقر (U^{235}،U^{238}،Th^{232}).

أسهم تطور وسائل البحث التّقنية ومعها فروع علوم الأرض (الجيوكيمياء وعلم المغنطة وعلم الجغرافيا القديمة وغيّرهم)، في تطوّير السّلم الزّمني النّسبي الى سلم زمني جيولوجي، يجتمع فيه التزمين النّسبي والتزمين المطلق (الجدول رقم 2).

5.**تقسيمات السّلم الزّمني الجيولوجي:** أكبر تقسيم زمني جيولوجي هو الدّهر (Eon/Eonthem) حيث تاريخ الأرض ممثّل بأربعة دهور، الثّلاثة الأولّى وهي الجهنمي، والآركي والبروتيروزوي (Hadean، Archean، Proterozoic) تغطي أول أربع (04) مليارات سنة من تاريخ الأرض. يتم تجميعها في ما يُعرف بالدّهر العظيم ما قبل الكمبري (Precambrian)، الذي يمتد من نشأة الأرض (4.6 مليار سنة) إلى تاريخ ظهور أول كائنات حيوانية ذات هيكل صلب في الكمبري الاسفل (541 مليون سنة)[5]:

1. دهر اللاّحياة او الجهنمي : من 4567_4000 مليون سنة
2. دهر الحياة السحيقة او الآركي : من 4000_ 2500 مليون سنة

ما قبل الكمبري.

3. دهر طلائع الحياة أو البروتيرووي: 2500_451 مليون سنة
4. دهر الحياة الظاهرة أو الفانيروزوي: 541_ حاليا

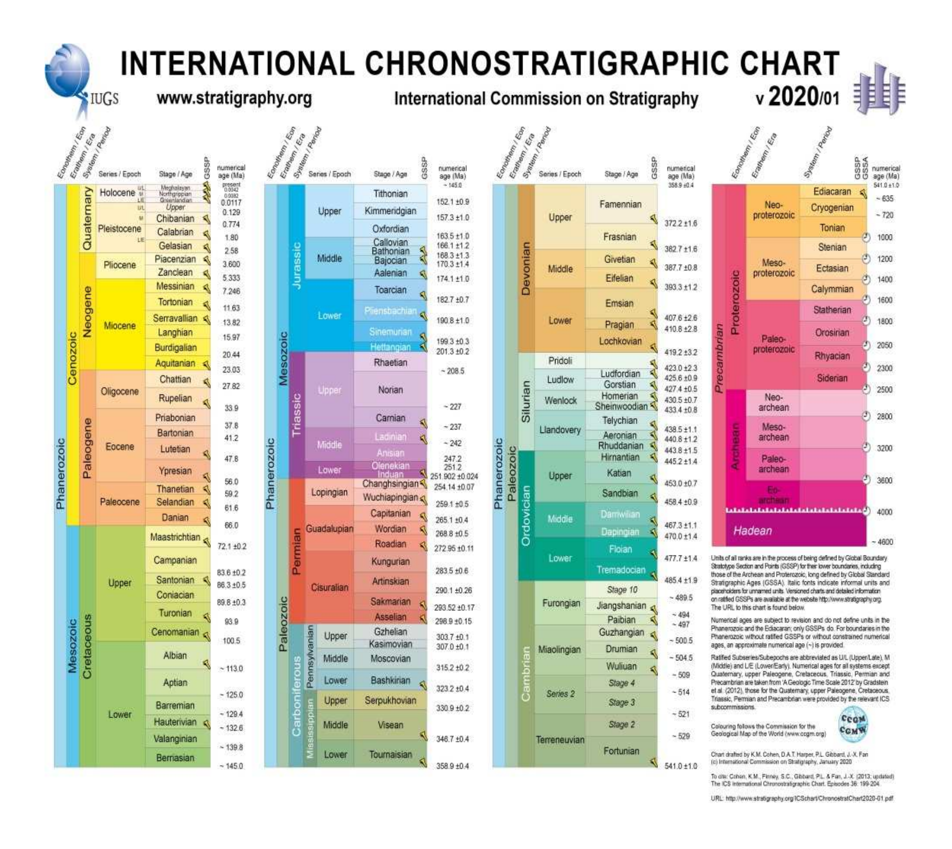
يُقسم كل دهر إلى مجموعة من الحقب (Era/Erathem) اعتمادا على معايير ستراتيغرافية، مستحاثية (تغييّرات كبيرة في ظهور وانتشار الكائنات الحيّة) أو الحركات البانية للجبال (Orogenic cycle). فمثلا تم تقسيم دهر الحياة الظّاهرة (الفانيروزوي) إلى ثلاث حقب تنتهي كلّ منها بأزمة بيولوجية – جيولوجية كبرى [5]:

1. الحقبة الزّمنية الأولّى (Paleozoic) : 541 – 251 مليون سنة،
2. الحقبة الزّمنية الثّانية (Mesozoic): 251 – 66 مليون سنة،
3. الحقبة الزّمنية الثّالثة (Cenozoic) : 66 مليون سنة – حاليا.

كلّ حقبة زمنية تشّمل عددا من الأدّوار (Period/ System) التي تُسمى نسبةً للمنطقة الجغرافية التي تمّ فيها تعريف الطّبقات الرّسوبية المميّزة له، مثلا الدّور الجوراسي يُنسب لجبال الجورا بفرنسا. كما يُمكن تسميّته نسبةً لتكوين معيّن (الكربوني نسبة للاحتواء صخوره على كميات هائلة من الفحم). يمكن ان يُنسب اسم الدّور لنوع

معيّن من الحفريات ويُقسم هذا الأخير إلى مجموعة من العصور (Series/Epoch) التي بدورها تُقسم إلى طوابق (Stage/Age).

تمّ تحديد الطّوابق من خلال محتوى معيّن من الحيوانات والنباتات، يتم أخذ نموذجه من موقع معين يسمى النّمط الطبقي، على سبيل المثال الطّابق التوروني نسبة لمنطقة تور الفرنسية (Turonien de la ville de Tours) الذي سمح بتحديد تأريخ نسبي على المستوى العالمي.



الجدول رقم 2 : السلم الزمني الجيولوجي الصادر عن اللجنة الدولية لعلم الطبقية (نسخة 2020)

6. **تطور الحياة عبر الزمن الجيولوجي:** إنّ اقدم صخرة على الارض تم تزمينها ب 4.4 مليار سنة هي صخرة متحولة ذات أصل ناري [4]، هذا يعني أنّ القشرة الأرضية تشكّلت بحواليّ 160 مليون سنة بعد تشكل الأرض منذ 4.56 مليار سنة. هذه المعطيّات سمحت للباحثين باقتراح أن القشرة الأرضيّة الأولية قد تشكّلت مبكرا مما سمح للمحيطات بالتّشكل ومعها الحياة. أعطت بعض الشّواهد العلميّة أدلة جيّدة تثبت أنّ بعد نشأة الأرض ببعض ملايين السّنين فقط، ظهرت الكائنات الحيّة وفقاً لتدرج مرتب من بُنية بدائية نحو بُنية متطوّرة (الجدول رقم 3).

الصّخور الرّسوبية المحتمل احتواؤها على حفريات والموجودة على سطح الأرض لا يفوق عمرها 541 مليون سنة (الكمبري الاسفل)، أما التي تشكلت من قبل فقد اندثرت او طُمست معالمها في أحسن الأحوال (تُصبح صخور متحولة) بسبب استهلاكها في دورة الصّخور، وعليه فإن مستحاثات الكائنات الأوّلى نادرة جدا. بالرغم من ذلك تمكن الباحثون طيلة السّنوات الماضيّة من العثور على دلائل الحياة الأولية والتي يبدو أنّها من وحيدات الخلايا بدائيات النوى (البكتيريا bacteria) كانت تعيش تحت سطح مائي قليل العمق، تلتها وحيدات الخلايا حقيقات النوى (البكتيريا الزرقاء Eubacteria) ثمّ متعددات الخلايا الرّخوة (Grypania spiralis) إلى أنّ وصلت إلى كائنات كثيرات الخلايا بدون هياكل ممعدنة مثل فونة ايدياكارا (La faune d'Ediacara) (الجدول رقم 3). أما ما يُعرف بالانفجار الكمبري الكبير فهو دور بداية دهر الحياة الظّاهرة والذي تمّ العثور في صخوره على بقايا متحجرة لكائنات ذات هياكل (كلسية، سليسية أو فوسفاتية) [5].

يبدو أن الحياة الأوّلى كانت بالقرب من الفتحات المائيّة السّاخنة (المداخن البيضاء أو السّوداء) القريبة من البراكين البحرية. حيث نشر الباحث الإنجليزي دود وآخرون في سنة 2017 (Matthew S. Dodd) مقالا علميا يُؤكد فيه العثور على أقدم دلائل الحياة والتي تمّ تأريخها ما بين 4280 و 3770 مليون سنة [4]. وهي عبارة عن كائنات بحرية مجهرية ذات بنية خيطية تُشبه تلك التي تعيش بالقرب من المداخن البركانية التي

نجدها في المحيطات الحالية أو حتى التي تم العثور عليها على شكل مستحاثات في صخور أقل عمرا.

اخترنا أن نقدم ملخّص تطور الحياة على الأرض عبر الزّمن الجيولوجي على شكل جدول (الجدول رقم 3). يضم أهمّ المميّزات البيولوجية والجيولوجية، بهدف إبراز العلاقة الوطيدة التي تربطهما [المرجع 6، بتصرّف].

الجدول رقم 3: ملخصّ تطور الحياة على الأرض عبر الزّمن الجيولوجي.

الدهر	الحقبة	الدور	العصر	أهم الاحداث البيولوجية والجيولوجية	مثال مميز
الدهر (4567–4000 mya) Eon Hadean	Cryptic (4567 – 4500) مليون سنة. الحقب الغامض			1.تشكلت المجموعة الشمسية منذ حوالي 4600 مليون سنة. 2. الأرض منصهرة بسبب البراكين والمقذوفات الفضائية. 3. تشكلت الأرض منذ 4567مليون سنة 4. تشكل القمر منذ 4533 مليون سنة. 5.الظروف البيئية معادية تماما للحياة على الأرض، والأدلة الجيولوجية ضئيلة تماما لأنها دُمرت من طرف المقذوفات الفضائية، بما فيها التي شكلت القمر.	الشكل (2): الأرض منصهرة ومعرضة للإصطدام النيازك www.futura-sciences.com

	Basin Groups -4300 mya) (4500 الحقب مجموعات الحوض			1. اسم مشتق من تجمع اهم فوهات التصادم القمرية، 2. تتبرد الطبقة الخارجية من الأرض مشكلة قشرة رقيقة معرضة باستمرار للمقذوفات الفضائية، 3. يبدأ الماء في التكاثف في الجو.	الشكل (3): بداية تشكل القشرة الأرضية www.planet-terre.ens-lyon.fr
	Nectarian -4300) (4100 مليون سنة الحقب الرحيقي			1. تبدأ هذه الحقبة بالقصف الثقيل المتأخر للأرض بالمقذوفات الفضائية، 2. استمرار تشكل القشرة الأرضية مع بداية ظهور الجبال.	الشكل (4): تشكل الجبال رسم خيال علمي

	Lower Imbrian (4100-4000) مليون سنة الحقب الأمبري الاسفل			1. ينتهي القصف العنيف المتأخر من الفضاء عند حــوالي 4000 مليــون سنة، مما يمهد الطريق لظهور الحياة، 2. أقدم صخرة على الأرض من كندا مؤرخة في 4400 مليون سنة، 3. جزيئات الحمض النووي الريبــي يبدو أنها قد ظهرت في وقت مبكر من 4000 مليون سنة.	 الشكل (5) : معدن الزركون المؤرخ في 4.4 مليار سنة www.medias24.com

دهر الآركي او الدهر العتيق (4000-2500) مليون سنة EonArchaean	**Eoarchaean (4000-3600) مليون سنة** **الحقب الآركي المبكر**			1. تبردت القشرة الأرضية منذ 4000 مليون سنة، 2. الغلاف الجوي يتكون من غازات بركانية سامة مثل الميثان والامونيا وأكسجين قليل جدا، 3. تشكل المحيطات الأولى، 4. أقدم الصخور الرسوبية 3800 مليون سنة، 5. أول ظهور افتراضي للحياة، في 3800مليون سنة لبكتيريا كيميائية، لا هوائية غير جنسية بدائيات النواة، 6. بعد فترة وجيزة من نهاية القصف الأرضي (لا يوجد إجماع على هذا الدليل الجيوكميائي)، 7. أول تشكيلات الحديد الحزامي( ) BIF في 3700 مليون سنة، 8. تظهر بكتيريا بدائية النواة المؤكسدة للأكسجين في ~ 3500 مليون سنة.	الشكل (6) : رسم علمي لتشكيل المحيطات الأولى www.planet-terre.ens-lyon.fr

	Paleoarc ean-h (3600- 3200) مليون سنة الحقب الأركي القديم			1. تظهر أول حقيقيات النواة البدائية قبل 3500 مليون سنة بعد التحليل الأيضي، 2. أول البكتيريا الزرقاء التي تقوم بالتركيب الضوئي الستروماتوليت وهي اقدم الحفريات (المعرفة ببيلابرا استراليا الغربية)، Apex Chert at 3550 mya & Strelly Pool at 3430 mya in .Pilbara, Western Australia	شكل (7) : صخور الشيرت Pilbara Craton, Western Australia, www.nature.com

	Mesoarchean (3200-2800) مليون سنة الحقب الآركي الأوسط			1. هيمنة بدائيات النوى (Archaea et Eubacteria) وهي أشكال الخلايا البسيطة التي تشكل أرصفة الستروماتوليت على نطاق واسع، 2. الحفريات المجهرية الأولى Acritarch،. 3. أول أوكسجين حر ينطلق من التركيب الضوئي للكائنات المجهرية في حدود 3000 إلى 2300 مليون سنة، 4. يتم خلط الأكسجين الحر الناتج عن بدائيات النوى مع الحديد المذاب في المحيطات لتشكيل تكوينات حديدية على هيئة شرائط أو أحزمة حتى ~ 2000 إلى 1300 مليون سنة. وهو ما يسمى بالصدأ الأرضي، أقدم دليل للحياة بدون منازع منذ 3000 مليون سنة.	الشكل(8): صورة ل Acritarch. www.dinopedia.fandom.com
	Neoarchean (2800-2500) مليون سنة الحقب الآركي الحديث			1. نسبة الأكسجين الجوي لا تتعدى 1 %، 2. حفريات حقيقيات النوى الأسترالية تظهر منذ 2700 مليون سنة (غير متفق عليه)، 3. تشكل الكتلة القارية الأولى كولومبيا Columbia منذ 2500 مليون سنة، 4. تنتشر Stromatolites على نطاق واسع في نهاية الآركي، وتنتج كمية هائلة من إستقلاب الأكسجين.	الشكل (9) : خارطة أول كتلة قارية عظمى كولومبيا www.ScienceDirect.com

(541–2500) مليون سنة دهر طلائع	**Paleoproterozoic Early (2500–1600) مليون سنة البروتيروزوي القديم**	**Siderian دور السديري (2500–2300) مليون سنة**		1. إنتاج الأكسجين من طرف بدائيات النوى عن طريق التمثيل الضوئي يتجاوز معدل الامتصاص في المحيطات، مما يؤدي إلى بداية انتشار الأوكسجين في الجو منذ حوالي 2450 مليون سنة، 2. تسارع ترسُب الحديد الحزامي منذ 2400 مليون سنة، ويستمر بمعدل مرتفع حتى يتناقص في 1800 مليون سنة، 3. – يبدأ الصدأ في البحار.	الشكل (10): صخر من الحديد الحزامي www.astrosurf.com

		Rhyacian (2300-2050) مليون سنة الدور الرياسي		1. تبدأ ظاهرة الأكسجين العظيم (GOE) منذ 2300 مليون سنة، حيث إنتاج الأكسجين عن طريق التمثيل الضوئي يصل إلى ذروته مما يجعله سامّا، 2. بدائيات النواة اللاهوائية لا تتحمل نسبة الأكسجين المرتفعة، مما يؤدي إلى إنقراض جماعي لها، 3. أقدم حفريات حقيقية النواة أحادية الخلية معروفة بإسم acritarchs، والتي أصبحت منتشرة على نطاق واسع في ~ 2100 مليون سنة، 4. أقدم حقيقيات النوى متعددة الخلايا المعروفة هي Grypania spiralis، التي تظهر على هيئة ملتفة في تشكيلات الحديد الحزامي منذ 2100 مليون سنة في ميتشيغان، 5. Acritarchs هي الحفريات الأكثر شيوعا في الأعلى Proterozoic.	الشكل (11):يمثل مستحاثة Grypania spiralis www.furman.edu

		Orosirian (2050-1800) مليون سنة الدور الأوروسي		يتراجع تشكل الحديد الحزامي مما يسهم في ارتفاع نسبة الأكسجين الجوي بسرعة، حيث يصل إلى 15٪ تقريبًا عند 1800 مليون سنة.	
		Statherian (1800-1600) مليون سنة الدور الستاتيني		1. أقدم الطحالب الخيطية المتحجرة (حقيقيات النوى) في 1700 مليون سنة، 2. يصل نشاط الستروماتوليت لقمته مما يؤدي الى رفع نسبة الاكسجين في الجو، 3. تتطور الميتاكوندريا عند حقيقيات النواة، 4. حياة أكثر تعقيدا حيث الكائنات وحيدات الخلية ذات الأيض الهوائي تبدأ بالتنويع. 5. تبدأ مرحلة المليار الممل وهي مرحلة ركود التطوري.	الشكل (12) : الستوماتوليت متحجرة عمرها 1700 م س باستراليا الغربية www.voaafrique.com

	Mesoproterozoic (1600-1000) مليون سنة Middle حقبة البروتيروزوي المتوسط	Calymmian (1600-1400) مليون سنة الدور الكاليمني		1. تراكم الأكسجين الحر في الجو يسهم في القضاء على بعض أنواع البكتيريا بدائية النواة، 2. مما يتيح الفرصة للأشكال حقيقيات النواة المتطورة حديثًا، بما في ذلك الطحالب متعددة الخلايا التي تستعمل التركيب الضوئي.	الشكل (13) : حفرية لطحالب خضراء https://www.futura-sciences.com/
		Ectasian (1400-1200) مليون سنة الدور الإكتازي		1. تغطي الطحالب الخضراء البحار على شكل مستعمرات، 2. هذه الكائنات الحية حقيقية النواة هي أسلاف النباتات البرية الوعائية.	
		Stenian (1200-100) مليون سنة الدور الستاني		1. تشكل كتلة قارية Rodinia منذ حوالي 1000 مليون سنة، 2. أدى تفككها عند 700 مليون سنة إلى لعب دور في انفجار البيولوجي الكبير في الكمبري.	الشكل (14) : خارطة كتلة قارية Rodinia www.google.com

	Neoprot erozoic (100-541) مليون سنة Late حقبة البروتيروزوي الحديث او المتأخر	**Tonian (1000-850) مليون سنة الدور التوني**		1. تنشأ البلاستيدات الخضراء من البكتيريا الزرقاء من خلال التعايش الداخلي منذ حوالي 1000 مليون سنة. 2. Acritarchs تصبح منتشرة على نطاق واسع، وبعض حقيقيات النواة.	الشكل (15): صورة بالمجهر الالكتروني لعينات حفرية من Acritarchs(الدور التوني) من تشكيلات فزنسكو بالسويد [9]
		Cryogenian (850-635م س) الدور الجامدي		1. تتناقص Stromatolites بدرجة كبيرة (مشكلة الغطاء الميكروبي) كونها مصدرًا غذائيًا غنيًا لحقيقيات النواة.	الشكل (16) : قبب من الستروماتوليت في مقطع بكندا Formation d'Ottawa

الشكل: (17) يمثّل مستحاثة Ediacaran Biota الشكل (18): صورة لعينات من أكريتارش Acritarches néoprotérozoïques tardifs. A, Appendisphaera grandis Moczydlowska, B, Cavaspina basiconica Moczydlowska, السطيحة السيبيرية (تشكيلات كماكا التي تعود للدور الفاندي) مستخرجة من بئر تقيبي على عمق 1887-1894 م [8]	2. تنتشر أقدم كائنات ذات الأجسام الرخوة، (حيوانات متعددة الخلايا) هي حفريات معروفة باسم Ediacaran Biota. 3. ظهور فونة التوموتان الممعدنة Tommotian (حيوانات ذات هيكل صغيرة) منذ حوالي 550 مليون سنة وتنتشر في جميع أنحاء العالم. 4. في نهاية الدور تتطفئ فونة الادياكارا بسبب انخفاض درجات الحرارة وتوضع كتل جليدية ضخمة.		**Ediacaran or Vendian** **(635-541م س)** **الدور الفاندي أو الإيدياكاري**		

Phanerozoic EON دهر الحياة الظاهرة (541م س-حاليا)	**Paleozoic Era** (541-252 مس) حقبة الحياة القديمة	Cambrian (541-485 مس) الدور الكمبري *"Cambrian Explosion*	Terreneuvian (541 - 521 mya)	1. الإنفجار الكمبري، ظهور الكائنات ذات الهياكل الصلبة وظهور وانتشار أغلب الشعب من عديدات الخلايا 2. الحبليات Chordate Haikouella 3. أسلاف الأسماك Haikouichthys و Myllokunmingia ، Chengjiang Biota. 4. ظهور أول الاسماك الفكية Agnatha,منذ 530 مليون سنة 5. ظهور شوكيات الجلد Crinozoa ، على الأرجح من سلالات Ediacaran. 6. الإنقراض الجماعي لفونة بوتوم Botomian من ~ 524 - 517 مليون سنة.	الشكل (19) : يمثل رخوي من حفريات Chengjiang Biota.
			Series 2 (521 - 509 mya)	1. تطورت أشكال النباتات البدائية من الطحالب الخضراء. 2. تظهر العديد من أشكال الرخويات مثل ذوات المصراعين والتي تُنسب لفونة الأدياكارا (الجدل قائم).	

			Series 3 (509 – 497 mya)	1. تظهر الأسماك الفقارية. 2. انقرضت فونـــة البوتـــوم بنهايـــة الكمبري المبكر 3. تنتشـــر ثلاثيـــات الفصـــوص و الكونودونت وتصلان إلى أقصى درجات تنوعهما.	الشكل (20) : يمثل مستحاثات الكونودونت بالمجهر الالكتروني www.planet–terre.ens–lyon.fr
			Furongian (497 – 485 mya)	1. تراجـــع عضـــديات الأرجـــل و ثلاثيات الفصوص و الكونوكونت. 2. ظهور أول افراد من النوتيلوئـــدة منذ 495 مليون سنة. 3. ظهور أول رأســيات الارجــل، معديات الارجل ونجمات البحر	الشكل (21): يمثل مستحاثة ثلاثي الفصوص الممثلة للكمبري www.fossilmuseum.net

		Ordovician (485-443 م س) الدور ألاوردوفيسي	**Lower (485 - 470 mya)**	1.بعد إنقراضات الحد الفاصل بين الكمبري والأوردوفيسي، 2.تتنوع الحياة أكثر من الكمبري، 3.تظهر رتبة فاكوبيدا من ثلاثيات الفصوص.	الشكل (22) :الجنس فاكوبس www.fossilmuseum.net
		Great Ordovician Radiation **الازدهار الاوردوفيسي الكبير**	**Middle(470 – 458 mya)**	1.انتشار أول الأرصفة المرجانية في مياه قليلة العمق، 2.ظهور نباتات البذرية غير الوعائية منذ 460 مليون سنة، 3.تنوع كبير عند رأسيات الأرجل، عضديات الارجل ، ثلاثيات الفصوص وغيرها من الرخويات وشوكيات واللاسعات وغرابتوليتات 4.ظهور Gnathostomata اول الأسماك الفكية منذ 460 مليون سنة	الشكل (23) : Gnathostomata www.paleontology.wordpress.com

			Upper(458 – 443 mya)	1. أصبحت الستروماتوليت نادرة واُستبدلت معظمها بأنظمة الشعاب المرجانية المعقدة، 2. تظهر الحزازيات Bryozoans وتبدأ ثلاثيات الفصوص في التنوع، 3. ظهور النباتات البذرية الوعائية، 4. انطفاء جماعي في 450 مليون سنة حيث 27% من العائلات و57% من الاجناس و 70%من الانواع تختفي.	الشكل (24): النباتات البذرية الوعائية
		Silurian (443- 419) مليون سنة الدور السيلوري	Llandovery(443 – 433 mya)	1. يظهر Acanthodii (من أسماك القرش الشوكية) في 430 مليون سنة، 2. الكتلة القارية الغوندوانا تغطي الجزء الجنوبي من الأرض.	الشكل (25): يوضح مستحاثة Acanthodi
			Wenlock(433 – 427	1. تظهر أولى أم الأربعة والأربعين وهي أول الكائنات البرية، 2. تظهر أول Placoderms وهي من الاسماك الفكية في 430 مليون سنة.	الشكل (26) : حفرية ام الاربعة والاربعين

			Ludlow(427 – 423 mya)	1. تظهر المفترسات القارية البدائية Eurypterids وهي أكبر المفصليات التي عاشت على الإطلاق، و تصبح المفترسات البحرية شائعة. 2. تظهر النباتات الوعائية كوكسونيا Cooksonia،	الشكل (27): يمثل حفرية Euryptéridés (ب) الشكل (28) : حفرية Cooksonia.

			Pridoli(423 – 419 mya)	1. ظهور الأسماك الغضروفية (Chondrichthyes) عند 422 مليون سنة والأسماك ذات الزعانف الشعاعية (Actinopterygii) منذ 420 مليون سنة، وتظهر الأسماك ذات الزعانف الفصية (Sarcopterygii) منذ 418 مليون سنة، 2. انتشار العديد من الحيوانات المفترسة القارية البدائية، 3. احتمال ظهور الحشرات الأولى، 4. ظهور العناكب الاولى (Trigonotarbida)	الشكل (29) : Chondrichthyes www.english.fossiel.net
		Devonian (419-359) مليون سنةالدور الديفوني يسمى عصر الاسماك *"Age of Fishes*	Lower(419 – 393	1. ظهور أول الأسماك الرئوية، 2. ظهور أول الحشرات منذ 396 مليون سنة، 3. ظهور رتبة الامونيوئدة ammonites منذ 400 مليون سنة.	الشكل(30) : يمثل مستحاثة من الامونتات Ammonites

			Middle(393 – 382 mya)	1. لنباتات تشبه الحالية (الجذع، الجذور، والاوراق)	الشكل (31) : أوراق Archaeopteris الشبيهة بالسرخس متحجرة، واحدة من أولى النباتات الشبيهة بالأشجار. نمت إلى متوسط ارتفاع حوالي 10 أمتار، وأنتجت الابواغ، وكان لها توزيع عالمي.
			Upper(382 – 359 mya)	1. ظهور الأسماك الزعنفية المفترسة منذ 377 م س وتسيطر في المياه العذبة وهي مرحلة ازدهار الأسماك، 2. اليابسة مستعمرة بالنبتات والحيوانات والحشرات، 3. في البحار أسماك القرش، البرمائيات، رباعيات الارجل، 4. ظهور أقدم نباتات بذرية وتطورت النباتات (عاريات البذور)، 5. انطفاء جماعي20 م س قبل 375 م س أدى إلى اختفاء 19% من العائلات، 50% من الأجناس و70% من الأنواع.	الشكل (32) : حفرية لرباعيات الارجل

		Carboniferous (359- 299) مليون سنة الدور الفحمي "Age of Coal	Mississippian(359 – 323 mya)	1. التنوع كبير في الحياة البحرية عضديات الارجل، الحزازيات، شوكيات الجلد، الأسماك، الرخويات، تراجع ثلاثيات الفصوص.و تظهر الكائنات البيوضة. 2. النبات القارية تتنوع الى تلك التي تعيش في المناطق الجافة والتي تعيش في المناطق الرطبة.	الشكل (33) :نجمة البحر من شوكيات الجلد www.animalsanimals.com
			Pennsylvanian(323 – 299 mya)	.1 لمفصليات سداسية الارجل كبيرة ومتنوعة والحيوانات العاشبة الاولى. .2 لخنافس الأولى (غمدية الأجنحة) واليعسوب (Odonata)، .3 شكل غابات الفحم الكثيفة، الأشجار على نطاق واسع والسراخس، .4 ظهر العناكب الحقيقية الأولى قبل 300 مليون سنة. .5 في نهاية الحقبة تتطور الزواحف وتسيطر رباعيات الارجل منذ حوالي 315 مليون سنة، .6 ول الصنوبريات في نهاية الدور.	شكل (34) : حفرية من الصنوبريات www.fossilmuseum.net

		Permian (299-252) مليون سنة الدور البرمي	Cisuralian(299 – 272 mya)	1. تتنوع الحشرات بشكل كبير، البرمائيات ورباعيات الأرجل مثل diapsid ، والزواحف أسلاف الثدييات مثل Dimetrodon. 2. ظهور بذور سيكاد. 3. بداية إرتفاع درجات حرارة الكوكب 4. بقي 10 م س فقط قبل كارثة البرمي-ترياس	الشكل (35) : يمثل Dimetrodon Www.extinctanimals.org
			Guadalupian(272 – 252 mya)	1. صبحت النباتات البذرية مهيمنة وشكلت أشجارًا عملاقة، 2. هور رتبة نصفيات الاجنحة. (من الحشرات) (Hemipetra) ، 3. لكائنات البدائية المشيمية تنتشر عند اسلاف السحالي والسلاحف، والثديات.	شكل (36): يمثل حفرية من فصيلة Auchenorrhyncha من رتبة نصفيات الاجنحة

			Lopingian (259 – 252 mya)	1. كارثة البرمو الترياسي (P–T) عند 251 مليون سنة، تقضي على 95 ٪ من الكائنات البحرية، 2. النباتات تتأثر قليلا بالأزمة، 3. تختفي الزنبقيات المتمفصلة وثلاثيات الفصوص. crinoids	الشكل (37) : الزنبقيات www.fossilmuseum.net
	Mesozoic Era (65-245) مليون سنة الحقبة المتوسطة	Triassic (251-252) مليون سنة الدور الترياسي	Lower(252 – 247 mya)	1. بعد كارثة البرموترياس تبدأ عملية التعمير ببطيء، 2. تظهر Ichthyosaurs (الزواحف البحرية) والبلمنيات (راسيات الارجل ذات القواقع الداخلية)، 3. إزدهار الكائنات القعرية ذات السلسلة الغذائية السفلى.	الشكل (38) : يوضح مستحاثة البلمنيت
			Middle(247 – 235 mya)	1. هور النمل الأبيض الأول والذباب، 2. هور الديناصورات الصغيرة في وقت مبكر مثل Nyasasaurus 3. iapsids الزواحف تحل محل sinapsids.	شكل (39) : يمثل مستحاثة Diapsids

			Upper(235 – 201 mya)	1. انقراض نهاية الترياس يؤدي الى اختفاء حوالي 23 % من العائلات و48 % من جميع الأجناس (20 % من العائلات البحرية و55 % من الأجناس البحرية) وانقرضت ما بين 70 % و 75 % من جميع الأنواع. 2. تظهر أول النباتات المزهرة. 3. إختفاء الشعاب المرجانية من رتبة الصفائحيات، 4. الزواحف والبرمائيات و الامونتات تتراجع بشدة . 5. ظهور الديناصورات (ذوات الأقدام)، التماسيح، الزواحف البحرية، السلاحف، البيروصوريا، الثدييات والحشرات Dermaptera. 6. ظهور مجموعات رئيسية جديدة من النباتات البذرية.	الشكل (40) : يمثل مستحاثة من الحشرات Dermaptera. www.fossilmuseum.net
		Jurassic (208-146) مليون سنة الدور الجوراسي	Lower(201 – 174 mya)	3. أول ظهور للطيور، 4. ظهور Pliosaurs وهو من الزواحف البحرية العملاقة، 5. السرطان البحري؛ الضفادع والسمندل و Lepidopterans. 6. يبدأ تفكك القارة العظمى البانجيا Pangea. 7. ظهور أول افراد طائفة Ginkophyta.من عاريات البذور.	الشكل (41): يمثل حفرية Pliosaurs

			Middle(174 – 163 mya)	1. تبدأ Pangea في الانفصال إلى لوراسيا وجندوانا والمحيط الأطلسي. يبدأ بالتشكل 2. يظهر السمندل الأول. 3. تظهر الديناصورات العاشبة Brachiosaurus و Stegosauria وذوات الارجل Carnosauria 4. تسيطر الصنوبريات على الأرض. 5. أصبحت Plesiosaurs شائعة.	الشكل (42) : يمثل خارطة البانجيا
			Upper163 – 145 mya)	1. تنتشر الحيوانات المفترسة الكبيرة من رباعيات الاقدام مثل Allosaurus، Ceratosaurus و Megalosaurus. 2. العثور على الأركيوبتركس الذي يمثل الطيور الانتقالية. 3. تهيمن الزواحف االعملاقة مثل Archosaurian على الأرض، بما في ذلك herbivorous sauropods (Camarasaurus، Apatosaurus ، ديبلودوكس ، Brachiosaurus). 4. النباتات المزهرة (كاسيات البذور) تظهر منذحوالي 160 مليون سنة. 5. تنوع عند الطيور، السرطان، الضفادع، السمندل. 6. الديناصورات تسيطر على الارض.	الشكل (43) : يمثل مستحاثة الأركيوبتركس

		Cretaceous **(145-65) مليون سنة** **الدور الكريتاسي**	**Lower(145 – 100 mya**	1. تنتشر السحالي، الحيوانات المشيمة (الثدييات المبكرة)؛ الثعابين، الحيوانات المشيمة الاجتماعية، 2. تظهر اشكال حشرات جديدة من بينها اجناس من العناكب، 3. Pterosaurs تنتشر ثم تتراجع، 4. زواحف أركوصور والديناصورات الصغيرة تسيطر على اليابسة، 5. تنوع أسماك Chondrichthyes و Actinopterygii في البحار.	الشكل (44) : يمثل مستحاثة Actinopterygii
			Upper(100 – 66 mya)	1. ينتهي الدور بازمة بيولوجية كبرى المسماة الطباشيري –الثالثي (K–T) ،(حوالي 17٪ من العائلات و 50٪ من الأجناس و 75٪ من الأنواع تختفي). 2. الانقراضات الرئيسية تشمل الديناصورات والأمونيتات	الشكل (45) : شكل انحساري من الامونيتات www.fossilmuseum.net

	Cenozoic Era (65مليون سنة-حاليا) الحقبة الحديثة	**Paleogene (66- 23 مليون سنة دور الباليوجان**	**Paleocene(66 – 56 mya)**	1. النباتات المزهرة تبدأ في التنوع مما يسهم في ظهور النحل، 2. الثدييات الصغيرة تتنوع.	الشكل (46) : نحلة متحجرة في حجر كلسي www.fossilmuseum.net
			Eocene(56 – 34 mya)	8. ينتهي الإيوسين بحادثة إنقراض، 9. تظهر الأعشاب الأولى ، الأشجار تزدهر، 10. الأرض مغطاة بالغابات، 11. الغابات الإستوائية المسيطرة في أمريكا الشمالية تتحول إلى غابات ذات أوراق، 12. تظهر رتب جديدة من الثعابين والسلاحف، 13. الحشرات مزدهرة وتبدو حديثة، 14. تزدهر الأسماك الغضروفية والزعنفية في جميع أنحاء العالم، 15. تنوع هائل للثدييات المشيمية: الإبل والقطط والكلاب والخيول والقوارض والقردة الأولى الحقيقية والحيتان والأبقار البحرية.	الشكل (47) :اقدم حفرية لأسلاف القردة كاملة اسمها Ida وعمرها 47 مليون سنة (وُجدت في ألمانيا) www.science-et-vie.com

			Oligocene(34 – 23 mya)	1. تطور المزيد من الحيوانات الحديثة، خاصة الثدييات (الأسود البحرية والفقمة)، 2. تتطور الجرابيات المفترسة وكسلان، 3. طيور برية آكلة اللحوم في أمريكا الجنوبية، 4. تظهر اللافقاريات ذات الشكل الحديث (مثل القشريات والحلزون و صفيحيات الغلاصم والشعاب المرجانية المعقدة)، 5. معظم أشكال الطيور الحديثة موجودة، 6. تطور غابات متنوعة من الأشجار الصنوبرية وكذلك الأراضي العشبية، 7. تبدأ الانطفاءات الكبرى مع تعويض الفونة والفلورة الاوروبية بالآسياوية.	الشكل (48) : Gallinuloides wyomingensis www.fossilmuseum.net

		Neogene (23- 1.8) مليون سنة) دور النيوجان	(23 – 5 mya) Miocene	1. تشكلت الأراضي العشبية المتسعة مما أدى إلى ظهور أشكال جديدة من الثدييات، خاصة خيول الرعي ووحيد القرن والجمال والضباع، وبالطبع الحيوانات المفترسة. 2. القردة تظهر في وقت متأخر من الحقبة، 3. حوالي 95 ٪ من النباتات موجودة اليوم؛ 4. تقريبًا جميع عائلات الطيور الموجودة حاليًا وكذلك حوالي نصف اللافقاريات الحديثة. 5. الفقاريات البحرية تتنوع. الحيتان تصل إلى الحد الأقصى، اسماك القرش الضخمة تزدهر. 6. تنتشر الطحالب في البحار وتسهم في ظهور ثديات فقارية رئيسية مثل أسماك القرش Megalodon	الشكل (49): فك اسماك القرش العملاق Megalodon www.Hagarsfossils .com andminerals

			Pliocene5 – 1.8 mya)	1. ظهور أسلاف البشر the australopithecines, as well as Homo habilis، 2. ظهور الحيوانات البرية والبحرية بما في ذلك الثدييات الحديثة بشكل عام، 3. يقلل المناخ الأكثر برودة وجفافاً من النباتات الاستوائية حيث تتوسع الغابات الصنوبرية وكذلك الأراضي العشبية والبراري.	الشكل (50): جمجمة the australopithecines, https://en.wikipedia.org
		Quaternary (2.6- حاليا) مليون سنة الدور الرابعي	Pleistocene(2.6 mya – 11K)	1. حدث إنقراض كبير للثدييات الكبيرة مثل الماموث، أسلاف الفيلة، القطط ذات الأسنان القاطعة، الكسلان القاري والدببة التي تعيش في الكهوف . 2. ظهـور أسـلاف البشـر Homo erectus و Homo sapiens. 3. بداية العصر الحجري.	الشكل (51) :يمثل جمجمة متحجرة لإنسان عاقل Homo sapiens

			Holocene(11 kya – today)	1. الإنسان الحديث يسيطر على الأرض 2. يروض بعض الحيوانات البرية لتصبح أليفة.	الشكل(52) : تمثل هيكل لوسي اقدم حفرية كاملة للإنسان الحديث التي عثر عليها في اثيوبيا عام 1974

7.**الخلاصة:** يُشكّل علم المستحاثات فرعا من فروع علوم الأرض الكثيرة وهو يبحث عن تاريخ ظهور الحياة على الأرض ويُفسر الشّروط التي أدت إلى تطوّرها. كما أسهم هذا العلم في شرح أسباب الانقراضات التي عرفتها بعض الكائنات الحيّة عبّر الزّمن الجيولوجي.

بالرغم من مرور أكثر من 200 سنة من البحوث في علم المستحاثات والعثور على الألاف من المتحجرات النباتية والحيوانية الكبيرة منها والمجهرية مازالت الاكتشافات المتواصلة تُغير وتُجدد باستمرار معلوماتنا حول أسرار الحياة على الأرض. ولعل آخرها هو العثور على كائنات متطرفة تعيش في أوساط بيئية قاسيّة جداً (ملوحة شديدة، برودة قاسية، ضغط عالٍ جداً .....إلخ). وعليّه فالإجابة عن السّؤال الوجودي: متى بدأت الحياة على الأرض؟ وأين بدأت؟ مازالت مؤجّلة إلى حين.

لعلم المستحاثات أهميّة قصوى بالنّسبة للباحثين في علم الأحياء الخارجي أو الفضائي (Exobiologie)، لأنّ معرفة الشروط الأوّلية التي سمحت بالحياة على الأرض على عكس جميع الكواكب الأخرى في المجموعة الشّمسية وحتى خارجها، قد يساعدهم في التّعرف على البيئات الفضائية المحتمّل احتواؤها على الحياة.

8.الخاتمة: إنّ تدريس مقرر علم المستحاثات، يُشكّل متعة كبيرة للأستاذ والطّالب معا، لأنّه علم يجمع بين علم الأحياء وعلوم أخرى كثيّرة، مثل علم الصّخور وعلم البيئة وعلم الجغرافيا القديمة وعلم الوراثة والجيوكيمياء وعلم الفلكّ وغيّرهم. التّداخل بين مختلف هذه العلوم يجعل محاضرات علم المستحاثات مجالا واسعا لتبادل الأفكار والخوض أحيانا في حوارات فلسفية بناءة، تقود الطالب للتّساؤل عن اسباب وجوده في الأرض ومدى تأثّيره عليّها وتأثّره بها. ومن خلال استيعاب مفهومي الزّمن والتّطوّر يُدرك الطّالب أنّ تفاعل الكائنات الحيّة مع أوساطها الحيّوية تتحكّم فيه الجيولوجيا والعكس أيضا صحيح أحيانا، لكن بمقياس أقل.

إنّ ادراج مقرّر علم المستحاثات في سداسي واحد خلال فترة تكوين الطّلبة لا يكفي للخوض في تفاصيل هذا العلم المشوّق، وعليّه فإننا نقترح على الوزارة الوصيّة ما يلي:

1. تخصّيص سنة جامعيّة كاملة لتّدريس علم المستحدثات.
2. تخصّيص خرجات ميدانيّة للطّلبة لملاحظة الحفريات في الموقع والبحث عنها وجلبها للمخبر لدراستها.
3. تشجيع البحوث المشّتركة بين علم المستحاثات والعلوم الأخرى.
4. تمويل مخابر بحث متخصّصة في علم المستحاثات على مستوى المدارس العليا.
5. انشاء متحف للعلوم الطّبيعيّة يشمّل الحفريات الخاصّة بالجزائر والعالم.

9.المراجع

1. **Arduino G. (1760)** - "Due lettere del sig. Giovanni Arduino... al Chiariss. Sig. Cavalier Antonio Vallisnieri", Nuova raccolta di opusculi scientifici e filogici, Venezia, t.VI, 1760, p.CLV-CLXIX, in http://www.annales.org/archives/cofrhigeo/arduino.html

2. **http://acces.ens-lyon**.fr/acces/thematiques/limites/Temps/echelles-strati/comprendre/historique-echelle

3. **John W. Valley, Aaron J. Cavosie, Takayuki Ushikubo, David A. Reinhard, Daniel F. Lawrence, David J. Larson, Peter H. Clifton, Thomas F. Kelly, Simon A. Wilde, Desmond E. Moser & Michael J. Spicuzza**

(2014) : Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography ; Nature Geoscience. DOI:10.1038/ngeo2075

4. **Matthew S. Dodd, Dominic Papineau, Tor Grenne, John F. Slack, Martin Rittner, Franco Pirajno, Jonathan O'Neil & Crispin T. S. Little (2017).** Evidence for early life in Earth's oldest hydrothermal vent precipitates; nature, vol 543, 2

5. **رِتْشَرْد كَوِنْ (2005):** تاريخ تطور أشكال الحياة على كوكب الارض، دار النشـــر بـــلاك وايل، الطبعة الرابعة، ترجمة لؤي عشري،ص 759.

6. موفق سعيدة (2019): انشاء سلم زمني رقمي لتاريخ التنـــوع البيولـــوجي علـــى الارض مذكرة تخرج انْيل شهادة ماستر، المدرسة العليا للأساتذة _ القبة القديمة

7. **دنون بشرى وقداوي مروة (2019):** علاقة الجيولوجيا بظهور وتطور الكائنات الحية على كوكب الأرض مذكرة تخرج انيْل شهادة استاذ التعليم المتوسط، المدرسة العليا للأساتذة _ القبـــة القديمة.

8. Vidal.G & M. Moczydlowska-Vidal (1997) : Biodiversity, speciation, and extinction trends of Proterozoic and Cambrian phytoplankton; Paleobiology 23(2):230-246. DOI: 10.1017/S0094837300016808

9. **Corentin Loron Małgorzata Moczydłowska** (2018): Tonian (Neoproterozoic) Eukaryotic and Prokaryotic Organic-Walled Microfossils from the Upper Visingsö Group, Sweden, Palynology, 42(2):220-254. https://doi.org/10.1080/01916122.2017.1335656.

الجمهوريّــــة الجزائريّــــة الدّيمقراطيّــــة الشّعبيّــــة



رئاســة الجُمهُوريّــة

المجَلِس الأَعْلَى للّغة الـعربيّة



إعلان عن جائزة المجلس للغة العربيّة 2022

يعلن المجلس الأعلى للغة العربيّة عن تنظيم (**جائزة المجلس للغة العربيّة لسنة 2022**) التيّ تهدف إلى تشجيع الباحثين من داخل الوطن، وتثمين منجزاتهم العلميّة والمعرفيّة والإبداعيّة، ذات المردود النوعيّ الهادف إلى إثراء اللغة العربيّة، والإسهام في نشرها وترقيّتها، سواء أكانت هذه الأعمال مؤلّفة باللغة العربيّة، أم مترجمة إليّها.

1 . **شروط الترشح للجائزة:**

- أن يقدّم العمل باللغة العربيّة؛
- أن يتوفّر العمل على قواعد المنهجيّة العلميّة؛
- أن يكون العمل موثقّاً وأصيلاً، وفي مجال التّرجمة ترفق نسخة للنّص بلغته الأصليّة؛
- أن يكون العمل المقدّم لا يتجاوز خمسمائة (500) صفحة (مكتوبة بخطّ simplified arabic حجم 14)؛
- ألاّ يكون العمل قد نال به صاحبه جائزة أو شهادة علميّة؛
- ألاّ يكون العمل قد نُشر، ويُصحب بتصريح شرفيّ، يحمّل من موقع المجلس؛
- أن يندرج العمل في أحد المجالات المذكورة أدناه؛

- قرارات لجنة التّحكيم غير قابلة للطعن؛
- لا تردّ الأعمال إلى أصحابها؛ سواء فازت أم لم تفز؛
- لا يحقّ للحائز على جائزة المجلس للغة العربيّة، أن يتقدّم بعمل آخر إلاّ بعد مرور دورتين من حصوله عليها.
- تعرض الأعمال المرشّحة على لجنة تحكيم؛ مكوّنة من ذويّ الاختصاص والذين لا يسمح لهم بالمشاركة في الجائزة.

2 ـــ **مبلـــغ الجـــائزة:** حـــدّد مبلـــغ الجـــائزة بـــ **2.000.000** دج، يـــوزّع بمقدار**500.000** دج لكلّ مجال من المجالات الأربعة التالية:

2 /1 - جائزة المجلس في علوم اللّسان.

2 /2 – جائزة المجلس في برمجيات الدّعم باللغة العربيّة.

2 /3 - جائزة المجلس في التّرجمة إلى العربيّة.

2 /4 – جائزة المجلس في وسائل الإعلام والاّتصال والتّواصل الاجتماعيّ باللّغة العربيّة.

في حالة وجود جائزتين: استحقاقيّة- تشجيعيّة؛ يوزّع المبلغ الماليّ في كلّ مجال من مجالات جائزة المجلس للغة العربيّة على النّحو التّالي:

- **70**% لجائزة الاستحقاق؛
- **30**% للجائزة التّشجيعيّة.

وفي حالة حجب جائزة في مجال من المجالات، يمكن للجنة التّحكيم أن تقترح جائزة تشجيعيّة، تقتطعها من المجال المحجوب إلى مجال آخر، على ألاّ تتجاوز قيمتها **50**% من مبلغ الجائزة الثّانية.

- تنشر الأعمال الفائزة، ضمن منشورات المجلس باستثناء الجائزة التّشجيعيّة التي تُحال على هيئتي تحرير مجلتي: اللغة العربيّة، ومجلة معالم للتّرجمة؛ للتّداول بشأن إمكانيّة نشرها في عدد من أعدادهما.
- تصبح الأعمال الفائزة بجائزة المجلس مِلْكا للمجلس، إلا أنّه يمكن لمؤلفّها استعادة حقوقه بعد انقضاء ثلاث (**03**) سنوات من نشر العمل.

3. **طلب التّرشّح: يتكوّن طلب التّرشّح للجائزة من الوثائق الآتيّة:**

- **طلب خطيّ؛**
- **تصريح شرفيّ بعدم نشر هذا العمل، يحمّل من موقع المجلس؛**
- **نسخة من وثيقة الهوية (بطاقة التّعريف أو رخصة السّياقة)؛**
- **السيرة العلميّة للمشارك؛**
- **نسختين/02 من البحث المقدّم لنيل الجائزة:**

❖ **النّسخة الأوّلى/ مسجّلة على قرص؛**

❖ **والنّسخة الثّانية /توجّه عن طريق البريد المسجّل، ويكون تاريخ الختم البريدي شاهداً على ذلك.**

4. **للتّذكير؛ إنّ باب التّرشّح مفتوح إلى غاية 31 مارس 2022.**

للاستفسار: الاتّصال بالرّوابط: الهاتف: 09 07 23 021 / 99 88 23 021.

البريد الإلكتروني: jaizamajeless2022@gmail.com **ah**

5 **ـــ يوجّه ملّف التّرشّح إلى العنوان الآتي:**

السّيد رئيس المجلس الأعلى للغة العربيّة

شارع فرانكلين روزفلت، الجزائر.

أوص.ب : 575 شارع ديدوش مراد الجزائر العاصمة

(جائزة المجلس للغة العربيّة 2022).

تم إخراج وطبع بـ :



للطباعة والنشر والتوزيع

المنطقة الحضرية قطعة 1- عين النعجة رقم 1 جسر قسنطينة - الجزائر

ها : 05.50.54.83.07/ 07.71.52.50.50

البريد الالكتروني: inma.book@yahoo.com